

TAMAYA NAVIGATOR

NC-2100G

取扱説明書

INSTRUCTION MANUAL

No. Name 天体名

0	Sun		
1	Acamar	36	Hamal
2	Achernar (39)	37	Kaus Aust.
3	Acrux (43 α Crucis)	38	Kochab (2)
4	Adhara	39	Markab (20)
5	Aldebaran (19)	40	Menkar
6	Alioth (6)	41	Menkent
7	Alkaid (10 Benetnasch)	42	Merak (5)
8	Al Na'ir	43	Miaplacidus (45 β Carinae)
9	Alnilam	44	Mimosa (40 β Crucis)
10	Alphard (29 α Hydrae)	45	Mirfak (9 α Persei)
11	Alphecca (17 α Cor.Bor)	46	Mizar (8)
12	Alpheratz (15)	47	Nunki (34 α Sagittarii)
13	Altair (24)	48	Peacock (38 α Pavonis)
14	Ankaa	49	Polaris (1)
15	Antares (33)	50	Pollux (16)
16	Arcturus (18)	51	Procyon (27)
17	Atria (44 α Tri.Aust.)	52	Rasalhague (22 α Ophiuchi)
18	Avior	53	Regulus (23)
19	Bellatrix (26)	54	Rigel (28)
20	Betelgeuse (25)	55	Rigil Kent. (42 α Centauri)
21	Canopus (37)	56	Sabik
22	Capella (11)	57	Schedar (7)
23	Caph (4 β Cassiop)	58	Shaula (36 λ Scorpii)
24	Castor (14)	59	Sirius (31)
25	Deneb (12)	60	Spica (30)
26	Denebola (21)	61	Suhail
27	Diphda (32 β Ceti)	62	Vega (13)
28	Dubhe (3)	63	Zuben'ubi
29	Elnath		
30	Eltanin		
31	Enif		
32	Fomalhaut (35)		
33	Gacrux		
34	Gienah		
35	Hadar (41 β Centauri)		

はじめに Introduction	2
ご注意 Copyright Notice	2
電源ON Program Execution	3
1. 航海計画 PILOT 1	4
1) 針路、航程の計算 Course and Distance	4
2) 到着点の計算 Dead Reckoning	7
3) 大圏航法の計算 Great Circle	10
4) 集成大圏航法の計算 Composite Sailing	16
5) 到着時刻の計算 Estimated Time of Arrival	24
2. その他の航法 PILOT 2	26
1) 潮流航法の計算 Current	26
1-1) 実航針路、実航速力 Course and Speed Made Good	26
1-2) 視針路、対水速力 Course and Speed to Make Good	28
1-3) 視針路、実航速力 Course to Steer and Speed Made Good	29
1-4) 潮の流向、流速 Set and Drift	30
2) 真風向、風速の計算 Direction and Speed of True Wind	31
3) 潮高計算 Tide at Standard Port	32
4) 潮流計算 Tidal Stream	33
3. 天文航法 ASTRO. NAV	34
1) 薄明時の計算 Twilight	34
2) 索星の計算 Prediction and Identification	37
3) 天測暦の計算 Nautical Almanac	39
4) 位置の線の計算 Line of Position	43
5) 船位決定の計算 Position Fix	44
6) 正中時の計算 Meridian Passage	49
4. 六分儀 SEXTANT	50
1) 測高度改正の計算 Altitude Corrections	54
2) 物標までの距離 Distance to Object	56
5. 四則計算と時変換 TIME Calculations	58
1) 時間計算と弧度換算 Time computation	58
2) 角度計算と時間換算 Arc computation	60
3) 時分秒変換 To HMS	62
4) 時分秒変換 To HHH	63
5) 四則計算 Normal Computations	64
6. 航程線航法の計算方法 Computations of CD and DR	70
7. 天文航法の基本原則 Fundamentals of Astro-Navigation	73
1) 天文航法の原理 Principle of Astro-Navigation	74
2) 天文航法の実践 Basic Steps and Tools for Astro-Navigation	75
3) 六分儀 Sextant	76
4) 時計 Quartz Watch	77

はじめに

このたびは、TAMAYA NAVIGATOR NC-2100Gをお買い上げいただきまして、誠にありがとうございました。

NC-2100Gは複雑な航法計算・天文航法計算を簡単に、迅速に、正確に計算する航法計算機です。

ご使用前に本書をよくお読みいただき、NC-2100Gの各機能を充分にご理解の上、本機を正しくお取り扱いくださるようお願いいたします。

タマヤ計測システム株式会社

おねがい

- ※ 本取扱説明書は内容について充分注意して作成しておりますが、万一ご不審な点、お気づきのことがありましたら、タマヤ計測システム株式会社までご連絡ください。
- ※ この取扱説明書の内容は、改良のため予告なく変更する場合があります。

ご注意

お客様または第三者が本機の使い方を誤ったときや、本機が静電気・電氣的ノイズの影響を受けたとき、また故障・修理や電池交換のときは、記憶内容が変化・消失する恐れがあります。重要な内容は必ずメモ帳やノートなどに控えておいてください。記憶内容が変化・消失したことによる損害については、当社は一切その責任を負いませんのであらかじめご了承ください。

本機を使用したことによる金銭上の損害および逸失利益または第三者からのいかなる請求についても当社は一切その責任を負いませんので、あらかじめご了承ください。

Introduction

Thank you for purchasing Tamaya Navigator NC-2100G. With the NC-2100G we can solve most navigation problems with accuracy and incredible speed in a very easy way. However, it is a fallacy to believe that computer will do everything for us. Safety at sea always depends on our sound judgement, whatever tools we may use to facilitate our work. For this reason, this manual not only explains how to use NC-2100G but also refers to the principles and fundamentals of navigation.

Copyright Notice

No part of this program may be reproduced, transcribed, or by any means, without the written permission of Tamaya Technics Inc.

All rights reserved.

Copyright at : Tamaya Technics Inc.

7F URBANNET MINAMI-OI BUILDING
3-7, MINAMI-OI 6-CHOME, SHINAGAWA-KU,
TOKYO 140-0013, JAPAN

A Few Precautions and Notes

- Do not put the NC-2100G in your back pocket, drop it, or subject it to a strong impact. Too much stress can bend or break it.
- Keep the NC-2100G out of direct sunlight. Do not leave it in your automobile with the windows rolled up on a hot day, or near a heating system. High temperature can deform the NC-2100G or cause defects.
- Clean the NC-2100G lightly with a dry, soft cloth, not a soaked cloth. Do not use volatile liquids such as thinners or benzene because these might cause discoloration or weaken the case.
- Tamaya assumes no responsibility of any financial damage or loss to you or any other party, which has been caused by using the program and/or memory contents in the NC-2100G.
- Tamaya assumes no responsibility for programs or data lost, altered, or otherwise rendered unusable.

電源 ON

NC-2100G の電源スイッチを ON にしますとプログラム選択画面が表示されます。

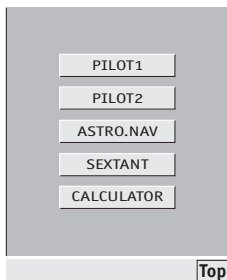
Program Execution

The Tamaya Navigator NC-2100G functions are selected by pressing program keys. Press **ON** to turn on.

キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks



プログラム選択画面

Main Menu

プログラムキーを押してプログラムを選択します

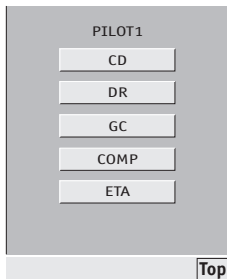
Select a program by pressing any of the five program keys under the Main Menu.

PILOT1 キーを選択します

Press **PILOT1** key.

プログラム選択画面でプログラムキー **PILOT1**、**PILOT2**、**ASTRO.NAV**、**SEXTANT**、**CALCULATOR** を押しますとメニュー画面になり、さらにプログラムを選択できます。

PILOT1



CD キーを選択します

Press **CD** key.

CD



Top キーでプログラム選択画面へ

Press **Top** key to return to the Main Menu.

1. 航海計画 (PILOT 1)

プログラム選択画面で、プログラムキー **PILOT1** を押すとメニュー画面になり、下記のプログラムを選択できます。

CD (Course and Distance) : 針路、航程の計算
 DR (Dead Reckoning) : 到着点の計算
 GC (Great Circle) : 大圏航法の計算
 COMP (Composite Sailing) : 集成大圏航法の計算
 ETA (Estimated Time of Arrival) : 到着時刻の計算

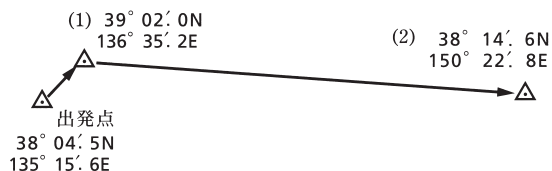
1) 針路、航程の計算 Course and Distance

メニュー画面でCDを選択します。出発点の緯度と経度、到着点の緯度と経度を入力し、針路と航程を求めます。引続いて順次、次の到着点の緯度と経度を入力し、針路と航程を求めます。出発点の緯度と経度は、前回最初に入力した値が表示され、変更することもできます。針路と航程が表示されているとき、**M+** キーを押しますと累計メモリーに航程値を記録することができ、累計メモリーの値が表示されます。累計された値は、「到着時刻の計算」の最短距離の入力するとき、呼び出すことができます。

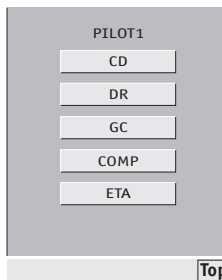
針路と航程は、地球を回転楕円体とした計算式で計算し、距等圏航法の場合も回転楕円体として計算します。

例：出発点から到着点(1)までの針路、航程を求め、引続いて到着点(2)までの針路、航程を求め、合計した全航程を求めよ。

	出発点	到着点 (1)	到着点 (2)
緯度	38° 04' 5N	39° 02' 0N	38° 14' 6N
経度	135° 15' 6E	136° 35' 2E	150° 22' 8E



1. Navigation Computations for Dead Reckoning and Piloting



The Menu of PILOT 1

Course and Distance
 Dead Reckoning
 Great Circle
 Composite Sailing
 Estimated Time of Arrival

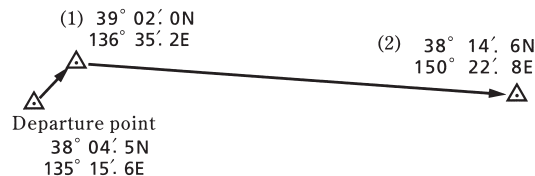
1) Course and Distance

Course and Distance mode computes the course and distance from the departure point to the arrival point.

Example :

	Departure point	Arrival point (1)	Arrival point (2)
Lat.	38° 04' 5N	39° 02' 0N	38° 14' 6N
Long.	135° 15' 6E	136° 35' 2E	150° 22' 8E

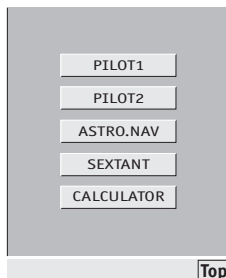
Find the distance from the departure point to the arrival point (1), from the point (1) to the point (2), and the total distance run.



キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks



プログラム選択画面

Main Menu

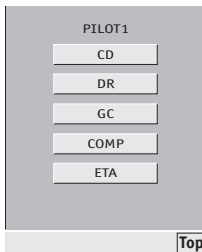
プログラムキーを押してプログラムを選択します

Select a program by, pressing any of the five program keys under the Main Menu.

PILOT1 キーを選択します

Press **PILOT1** key.

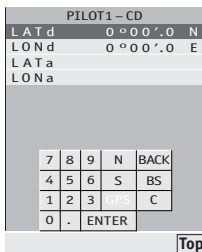
CD



CD キーを選択

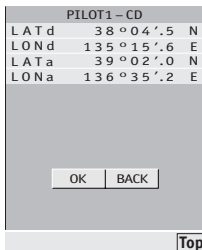
Press **CD** key.

38.045 ENTER
135.156 ENTER
39.020 ENTER
136.352 ENTER



(前回の最初の入力データが表示される)

The latitude and longitude for departure points are displayed if they were entered previously.



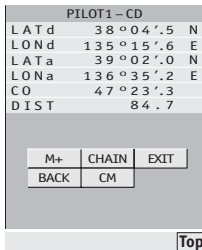
出発緯度 38° 04' 5N
出発経度 135° 15' 6E
到着緯度 39° 02' 0N
到着経度 136° 35' 2E

Departure Lat. 38° 04' 5N
Departure Long. 135° 15' 6E
Arrival Lat. 39° 02' 0N
Arrival Long. 136° 35' 2E

OK キーで計算開始
BACK キーで再入力

Press **OK** key to start computation.
Press **BACK** key for re-entering data.

OK



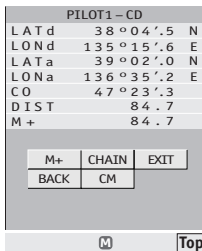
針路 47° 23' 3
航程 84.7 マイル

Course 47° 23' 3
Distance 84.7 miles

M+ キーで航程を累計メモリーに記録
CM キーで累計メモリーをクリアー

Press **M+** key to save cumulative distance in the memory.
Press **CM** key to clear data in the memory.

M+



CHAIN キーで引き続き計算
EXIT キーでプログラム選択画面へ
BACK キーで再入力

Press **CHAIN** key to continue with the computation.
Press **EXIT** key to return to the Main Menu.
Press **BACK** key for re-entering data.

CHAIN

PILOT1-CD					
LATd	39°	02'.	0	N	
LONd	136°	35'.	2	E	
LATa					
LONa					
7	8	9	N	BACK	
4	5	6	S	BS	
1	2	3	GPS	C	
0	.		ENTER		
			M	Top	

到着点が出発点になる

The previous arrival point will be the departure point for the next computation.

Arrival Lat.
Arrival Long.

38.146 ENTER
150.228 ENTER

PILOT1-CD					
LATd	39°	02'.	0	N	
LONd	136°	35'.	2	E	
LATa	38°	14'.	6	N	
LONa	150°	22'.	8	E	
OK BACK					
			M	Top	

到着緯度 38° 14'.6N
到着経度 150° 22'.8E

Arrival Lat. 38° 14'.6N
Arrival Long. 150° 22'.8E

OK

PILOT1-CD					
LATd	39°	02'.	0	N	
LONd	136°	35'.	2	E	
LATa	38°	14'.	6	N	
LONa	150°	22'.	8	E	
CO	94°	10'.	6		
DIST	649.	0			
M+	CHAIN	EXIT			
BACK	CM				
			M	Top	

針路 94° 10'.6
航程 649.0 マイル

Course 94° 10'.6
Distance 649.0 miles

M+

PILOT1-CD					
LATd	39°	02'.	0	N	
LONd	136°	35'.	2	E	
LATa	38°	14'.	6	N	
LONa	150°	22'.	8	E	
CO	94°	10'.	6		
DIST	649.	0			
M+	733.	7			
M+	CHAIN	EXIT			
BACK	CM				
			M	Top	

航程を累計メモリーに加算記録
733.7 マイル

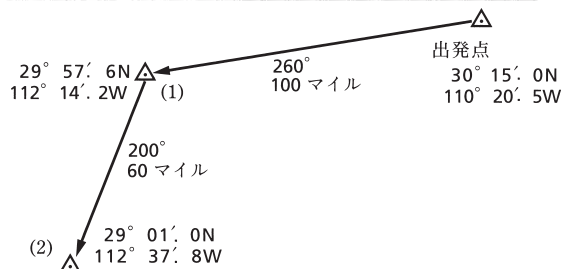
Total cumulative distance 733.7 miles

2) 到着点の計算 Dead Reckoning

メニュー画面でDRを選択します。出発点の緯度と経度、針路と航程を入力し、到着点の緯度と経度を求めます。引き続き順次、次の針路と航程を入力し到着点の緯度と経度を求めます。出発点の緯度と経度は、前回最初に入力した値が表示され、変更することもできます。航程の入力するとき、累計メモリーに記録された値を呼び出すことができます。最後の到着点の緯度と経度は「薄明時の計算」「索星の計算」「計算高度、方位角の計算」「位置の線の計算」「船位決定の計算」で推測緯度、経度として表示されます。到着点の緯度と経度は、地球を回転楕円体とした計算式で計算し、距等圏航法の場合も回転楕円体として計算します。

例：到着点(1)と、続いて航走した到着点(2)を求めよ。

	出発点	針路/航程(1)	針路/航程(2)
緯度	30° 15' 0N	260°	200°
経度	110° 20' 5W	100 マイル	60 マイル



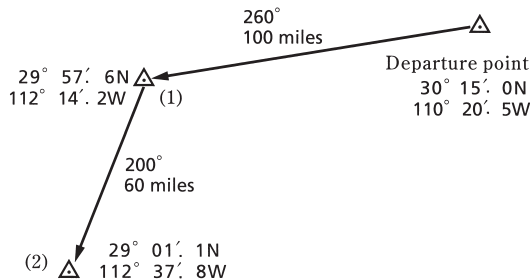
2) Dead Reckoning

DR (Dead Reckoning) mode computes the latitude and longitude of the point of arrival. The principle of DR and CD computation is Mercator Sailing. The oblate spheroid characteristics of earth (flattened at the poles and bulged at the equator) are taken into consideration in the programming. The most up-to-date IAU1976 spheroid is being used to guarantee the utmost accuracy.

Example :

	Departure point	First Run Course / distance	Second Run Course / distance
Lat.	30° 15' 0N	260°	200°
Long.	110° 20' 5W	100 miles	60 miles

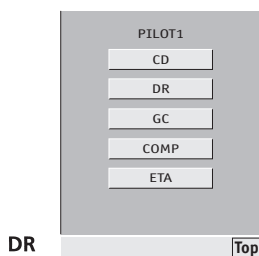
Find the DR position after the first and the second run.



キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks



プログラム選択画面

Main Menu

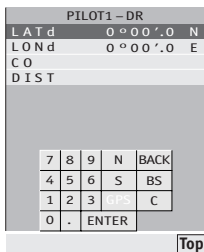
プログラムキーを押してプログラムを選択する

Select a program by, pressing any of the five program keys under the Main Menu.

Press **OK** key to start computation.
Press **BACK** key for re-entering data.

DR キーを選択

Press **DR** key.



(前回の最初の入力データが表示される)

The latitude and longitude for departure points are displayed if they were entered previously.

30.150 ENTER
 110.205 W ENTER
 260 ENTER
 100 ENTER

PILOT1-DR			
LATd	30°	15'.	0 N
LONd	110°	20'.	5 W
CO	260°	00'.	0
DIST	100		
OK		BACK	
Top			

OK キーで計算開始
 BACK キーで再入力

Press **OK** key to start computation.
 Press **BACK** key for re-entering data.

OK

PILOT1-DR			
LATd	30°	15'.	0 N
LONd	110°	20'.	5 W
CO	260°	00'.	0
DIST	100		
LATa	29°	57'.	6 N
LONa	112°	14'.	2 W
CHAIN		EXIT	
		BACK	
Top			

到着緯度 29° 57′ 6N
 到着経度 112° 14′ 2W

Arrival Lat. 29° 57′ 6N
 Arrival Long. 112° 14′ 2W

CHAIN

PILOT1-DR			
LATd	29°	57'.	6 N
LONd	112°	14'.	2 W
CO	200°	00'.	0
DIST	60		
7	8	9	BACK
4	5	6	BS
1	2	3	C
0	.	ENTER	
Top			

到着点が出発点になる

The previous arrival point will be the departure point for the next computation.

200 ENTER
 60 ENTER

PILOT1-DR			
LATd	29°	57'.	6 N
LONd	112°	14'.	2 W
CO	200°	00'.	0
DIST	60		
OK		BACK	
Top			

針路 200°
 航程 60 マイル

Course 200°
 Distance 60 miles

OK

PILOT1-DR	
LATd	29°57'.6 N
LONd	112°14'.2 W
CO	200°00'.0
DIST	60
LATa	29°01'.0 N
LONa	112°37'.8 W

CHAIN EXIT BACK

Top

到着緯度 29° 01' 0N
 到着経度 112° 37' 8W

Arrival Lat. 29° 01' 0N
 Arrival Long. 112° 37' 8W

北極または南極に到達する場合は、**TO POLE**と表示されます。

If the entered course and distance reach the North Pole or the South Pole, the message **TO POLE** will be displayed.

PILOT1-DR	
LATd	80°15'.0 N
LONd	110°20'.5 W
CO	350°00'.0
DIST	1000
LATa	90°00'.0 N
LONa	0°00'.0 E

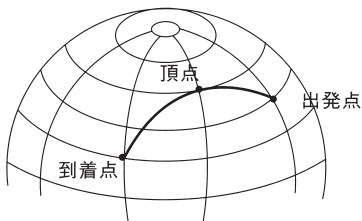
TO POLE

OK

Top

3) 大圏航法の計算 Great Circle

メニュー画面でGCを選択します。出発点の緯度と経度、到着点の緯度と経度を入力し、出発点から到着点までの初期針路、最短距離、頂点の緯度と経度を地球を真球として計算します。出発点および到着点の緯度と経度には、前回入力された値が表示されず。これは変更することも可能です。引き続き経度差を入力し、大圏上の中間緯度を計算します。自動的に表示される中間経度は変更可能です。中間緯度の計算を終了しますと、求めた中間点間の針路と航程を順次求めることができます。

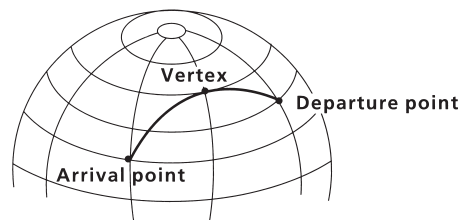


例：サンフランシスコから横浜までの大圏距離、初期針路、頂点緯度、経度を求め、大圏コース 10° ごとの中間点を求めよ。さらに求めた中間点間の針路と航程を漸長緯度航法で求めよ。

	出発点	到着点
緯度	$37^\circ 50' 8N$	$34^\circ 52' 0N$
経度	$122^\circ 25' 5W$	$139^\circ 42' 0E$

3) Great Circle

3) GC (Great Circle Sailing) mode computes the great circle distance between two points and also the initial great circle course from the departure point. The program continues to compute the latitude and longitude of the vertex. The latitude at any selected longitude on the great circle track is also determined.



Example:

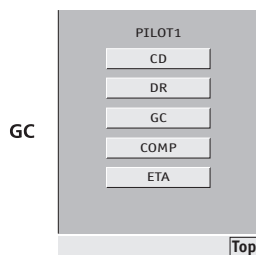
A vessel is leaving San Francisco for Yokohama. Find the great circle distance, initial great circle course, vertex latitude and longitude, and latitude at every 10° of longitude. Also find course and distance between intermediate points by mercator sailing.

	Departure point (San Francisco)	Arrival point (Yokohama)
Lat.	$37^\circ 50' 8N$	$34^\circ 52' 0N$
Long.	$122^\circ 25' 5W$	$139^\circ 42' 0E$

キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks



プログラム選択画面

プログラムキーを押してプログラムを選択します

GC キーを選択します

Main Menu

Select a program by pressing any of the five program keys under the Main Menu.

Press GC key.

PILOT1 - GC				
LATd	0°00'0 N			
LONd	0°00'0 E			
LATa	0°00'0 N			
LONa	0°00'0 E			
7	8	9	N	BACK
4	5	6	S	BS
1	2	3	GPS	C
0	.	ENTER		

Top

(前回の最初の入力データが表示される)

The latitude and longitude for departure and arrival points are displayed if they were entered previously.

37.508 ENTER
122.255 W ENTER
34.52 ENTER
139.42 ENTER

PILOT1 - GC				
LATd	37°50'.8 N			
LONd	122°25'.5 W			
LATa	34°52'.0 N			
LONa	139°42'.0 E			
OK		BACK		

Top

出発緯度 37° 50'.8N
出発経度 122° 25'.5W
到着緯度 34° 52'.0N
到着経度 139° 42'.0E

Departure Lat. 37° 50'.8N
Departure Long. 122° 25'.5W
Arrival Lat. 34° 52'.0N
Arrival Long. 139° 42'.0E

OK キーで計算開始
BACK キーで再入力

Press **OK** key to start computation.
Press **BACK** key for re-entering data.

OK

PILOT1 - GC				
LATd	37°50'.8 N			
LONd	122°25'.5 W			
LATa	34°52'.0 N			
LONa	139°42'.0 E			
COi	302°37'.9			
DIST	4488.8			
LATv	48°19'.0 N			
LONv	168°38'.8 W			
dLON		EXIT BACK		

Top

初期針路 302° 37'.9
大圏距離 4488.8 マイル
頂点緯度 48° 19'.0N
頂点経度 168° 38'.8W

Initial Course 302° 37'.9
Great Circle Distance 4488.8 mi
Vertex Lat. 48° 19'.0N
Vertex Long. 168° 38'.8W

dLON キーで中間緯度の計算

dLON To continue with the computation of intermediate latitude.

dLON

PILOT1 - GC				
LATd	37°50'.8 N			
LONd	122°25'.5 W			
LATa	34°52'.0 N			
LONa	139°42'.0 E			
dLON	10°00'.0			
LATi	LONi			
132°25'.5W				
7	8	9	BACK	
4	5	6	BS	
1	2	3	C	
0	.	ENTER		

Top

経度差

Difference in longitudes

10 ENTER

PILOT1 - GC				
LATd	37°50'.8 N			
LONd	122°25'.5 W			
LATa	34°52'.0 N			
LONa	139°42'.0 E			
dLON	10°00'.0			
LATi	LONi			
132°25'.5W				
7	8	9	E	BACK
4	5	6	W	BS
1	2	3	C	
0	.	ENTER		

Top

経度差 10°
中間経度 132° 25'.5W

Difference in longitudes 10°
Intermediate Long. 132° 25'.5W (I/M)

130 W ENTER

PILOT1-GC						
LATd	37°	50'	.8	N		
LONd	122°	25'	.5	W		
LATa	34°	52'	.0	N		
LONa	139°	42'	.0	E		
dLON	10°	00'	.0			
LATi	LONi					
41°15'.2N	130°00'.0W					
140°00'.0W						
7	8	9	E	BACK		
4	5	6	W	BS		
1	2	3	PS	C		
0	.	ENTER				
Top						

中間経度 130° Wに変更
 中間緯度 41° 15′ .2N
 次は中間経度 140° W

I/M Long. Changed to 130° W
 I/M Lat. 41° 15′ .2N
 I/M Long. 140° W

ENTER

PILOT1-GC						
LATd	37°	50'	.8	N		
LONd	122°	25'	.5	W		
LATa	34°	52'	.0	N		
LONa	139°	42'	.0	E		
dLON	10°	00'	.0			
LATi	LONi					
44°35'.0N	140°00'.0W					
150°00'.0W						
7	8	9	E	BACK		
4	5	6	W	BS		
1	2	3	PS	C		
0	.	ENTER				
Top						

中間経度 140° W
 中間緯度 44° 35′ .0N
 次は中間経度 150° W

I/M Long. 140° W
 I/M Lat. 44° 35′ .0N
 I/M Long. 150° W

ENTER

PILOT1-GC						
LATd	37°	50'	.8	N		
LONd	122°	25'	.5	W		
LATa	34°	52'	.0	N		
LONa	139°	42'	.0	E		
dLON	10°	00'	.0			
LATi	LONi					
35°02'.6N	140°00'.0E					
139°42'.0E						
7	8	9	E	BACK		
4	5	6	W	BS		
1	2	3	PS	C		
0	.	ENTER				
Top						

中間経度 140° E
 中間緯度 35° 02′ .6N
 次は到着経度 139° 42′ .0E

I/M Long. 140° E
 I/M Lat. 35° 02′ .6N
 Arrival Long. 139° 42′ .0E

ENTER

PILOT1-GC					
LATd	37°	50'	.8	N	
LONd	122°	25'	.5	W	
LATa	34°	52'	.0	N	
LONa	139°	42'	.0	E	
dLON	10°	00'	.0		
LATi	LONi				
34°52'.0N	139°42'.0E				
CD EXIT BACK					
Top					

到着経度 139° 42′ .0E
 到着緯度 34° 52′ .0N

Arrival Long. 139° 42′ .0E
 Arrival Lat. 34° 52′ .0N

CD キーで針路、航程計算へ

Press **CD** key for computation of course and distance.

CD

PILOT1-GC					
LATd	37°	50'	.8	N	
LONd	122°	25'	.5	W	
LATa	41°	15'	.2	N	
LONa	130°	00'	.0	W	
CO	300°	09'.7			
DIST	405.7				
M+	405.7				
M+ NEXT CM					
M Top					

針路 300° 09′ .7
 航程 405.7 マイル

Course 300° 09′ .7
 Distance 405.7 miles

M+ キーで航程を累計メモリーに記録
 NEXT キーで引き続き計算

Press **M+** key to save distance value.
 Press **NEXT** key for further computation.

M+

NEXT

```

PILOT1-GC
LATd  41°15'.2 N
LONd  130°00'.0 W
LATA  44°35'.0 N
LONA  140°00'.0 W
CO    294°23'.0
DIST  483.0
M+    888.7
    
```

M+ NEXT CM

M Top

針路 294° 23′ 0
航程 483.0 マイル

Course 294° 23′ 0
Distance 483.0 miles

M+

||
||
||

||
||
||

||
||
||

NEXT

```

PILOT1-GC
LATd  40°07'.8 N
LONd  150°00'.0 E
LATA  35°02'.6 N
LONA  140°00'.0 E
CO    237°23'.7
DIST  564.7
M+    4478.4
    
```

M+ NEXT CM

M Top

針路 237° 23′ 7
航程 564.7 マイル

Course 237° 23′ 7
Distance 564.7 miles

EXIT

```

PILOT1-GC
LATd  35°02'.6 N
LONd  140°00'.0 E
LATA  34°52'.0 N
LONA  139°42'.0 E
CO    234°25'.5
DIST  18.2
M+    4496.6
    
```

M+ EXIT CM
BACK

M Top

針路 234° 25′ 5
航程 18.2 マイル

Course 234° 25′ 5
Distance 18.2 miles

```

PILOT1-GC
LATd  35°02'.6 N
LONd  140°00'.0 E
LATA  34°52'.0 N
LONA  139°42'.0 E
CO    234°25'.5
DIST  18.2
M+    4496.6
    
```

M+ EXIT CM
BACK

M Top

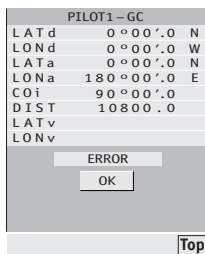
```

PILOT1
CD
DR
GC
COMP
ETA
    
```

M Top

プログラム選択画面

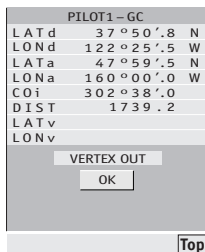
Main Menu



極を起点とするコース、赤道上のコースはエラーとなります。
 また、出発点と到着点の経度差が0、180度の場合もエラーとなります。
 In the computation of Great Circle Sailing, overflow errors will occur in the following cases.

1. The departure point is the North or South Pole.
2. The course on the equator.
3. The difference of longitude from the departure and arrival point is 0° or 180°.

初期針路 90° Initial course 90°
 大圏距離 10800.0 Great Circle distance 10800.0



出発点と到着点の間に頂点がない場合は、**VERTEX OUT**が表示されます。
 If there is no vertex on the Great Circle Course between departure point and arrival point, the message **VERTEX OUT** will be displayed.

初期針路 302° 38′ 0 Initial course 302° 38′ 0
 大圏距離 1739.2 Great Circle distance 1739.2

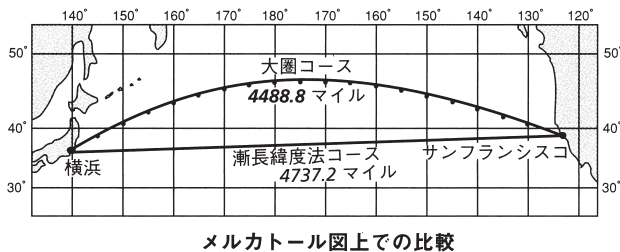
航海計画表

POSITION	CO	PT to PT	DISTANCE	
			TO	FROM
37° 50′. 8N , 122° 25′. 5W	300°	405.7	4496.6	0
41° 15′. 2N , 130° 00′. 0W			4090.9	405.7
44° 35′. 0N , 140° 00′. 0W	294°	483.0	3607.9	888.7
46° 46′. 7N , 150° 00′. 0W	287°	439.9	3168.0	1328.6
47° 59′. 5N , 160° 00′. 0W	280°	413.4	2754.6	1742.0
48° 18′. 5N , 170° 00′. 0W	273°	401.5	2353.1	2143.5
47° 45′. 2N , 180° 00′. 0W	265°	403.4	1949.7	2546.9
46° 17′. 2N , 170° 00′. 0E	258°	419.1	1530.6	2966.0
43° 48′. 1N , 160° 00′. 0E	251°	449.9	1080.7	3415.9
40° 07′. 8N , 150° 00′. 0E	244°	497.8	582.9	3913.7
35° 02′. 6N , 140° 00′. 0E	237°	564.7	18.2	4478.4
34° 52′. 0N , 139° 42′. 0E	234°	18.2	0	4496.6

漸長緯度航法および大圏航法

漸長緯度航法にもとづく航路は、メルカトル地図上では各子午線を同じ角度で切る直線で表されるので、一定の針路を保って航行することができます。

大圏航路は地球上の2点間の最短距離で、漸長緯度航法による航路と比較すると下図のようになります。



区間航程計画

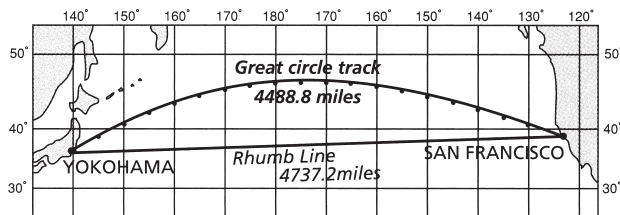
大圏航路に沿って航行するには頻りに針路を変えなければならぬので、実際には不可能です。

このため通常は、大圏航路を経度差5、10度毎に数区間に分け、それぞれを結ぶ直線上(漸長緯度航路)を航行する計画を立てます。

NC-2100Gで大圏航路上の経度差を入力し経度を指定すれば、それに対応する緯度が求められ、さらに各区間の針路と航程も求められるので、航路計画をすばやく立案することができます。

Mercator Sailing and Great Circle Sailing:

The course obtained by Mercator Sailing is a rhumb line, appearing as a straight line on the Mercator Chart. It makes the same angle with all meridians it crosses, and maintains constant true direction. The Great Circle track is the shortest distance between any two points on the earth. On the Mercator chart a great circle appears as a sine curve extending equal distances each side of the equator. The comparison of rhumb line and great circle track is shown in the illustration.



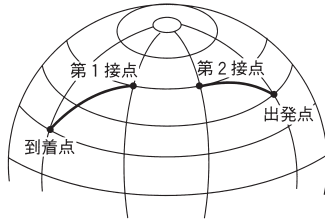
MERCATOR CHART

Point to point planning:

Since a great circle, except the equator and any meridian line, is continuously changing direction as one proceeds along it, no attempt is customarily made to follow it exactly. Rather, a number of points are selected along the great circle, and rhumb lines are followed from point to point, taking advantage of the fact that for short distances a great circle and a rhumb line almost coincide. These points usually are selected every 10° or 5° of longitude for convenience (the number of points to use is a matter of personal preference), and the corresponding latitudes are computed by NC-2100G.

4) 集成大圏航法の計算 Composite Sailing

メニュー画面でCOMPを選択します。
大圏航法の計算の後、制限緯度を入力し、第1頂点までの初期針路、第1および第2頂点経度、全距離を、地球を真球として計算します。引き続き経度差を入力し、大圏上および距等圏上の中間緯度を計算します。自動的に表示される中間経度は変更可能です。中間緯度の計算を終了しますと、求めた中間点間の針路と航程を順次求めることができます。

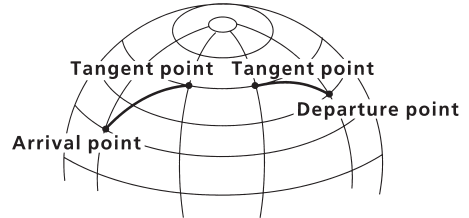


例：サンフランシスコから横浜までの航海で、制限緯度 45° N の場合の集成大圏距離、初期針路、接点経度を求め、大圏コース 10° ごとの中間点を求めよ。さらに求めた中間点間の針路と航程を漸長緯度航法で求めよ。

	出発点	到着点
緯度	$37^{\circ} 50' 8N$	$34^{\circ} 52' 0N$
経度	$122^{\circ} 25' 5W$	$139^{\circ} 42' 0E$

4) Composite Sailing

When a limiting latitude should be applied on the Great Circle track COMP (Composite Sailing) mode computes initial Great Circle Course to point of tangency with limiting parallel, the longitude at which the limiting parallel is reached, the longitude at which it should be left, and the composite sailing distance.



Example:

A vessel is leaving San Francisco for Yokohama. Find the composite track with the maximum limiting latitude of 45° N.

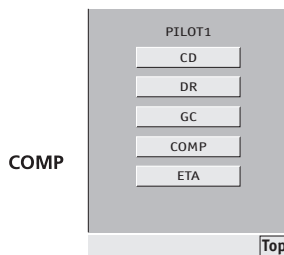
Also find course and distance between intermediate points by mercator sailing.

	Departure point (San Francisco)	Arrival point (Yokohama)
Lat.	$37^{\circ} 50' 8N$	$34^{\circ} 52' 0N$
Long.	$122^{\circ} 25' 5W$	$139^{\circ} 42' 0E$

キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks



プログラム選択画面

プログラムキーを押してプログラムを選択します

COMP キーを選択します

Main Menu

Select a program by pressing any of the five program keys under the Main Menu.

Press **COMP** key.

37.508 ENTER
122.255 W ENTER
34.52 ENTER
139.42 ENTER

PILOT1-COMP				
LATd	37	°	50' .8	N
LONd	122	°	25' .5	W
LATa	34	°	52' .0	N
LONa	139	°	42' .0	E

7	8	9	N	BACK
4	5	6	S	BS
1	2	3	.	C
0	.	ENTER		

Top

出発緯度 37° 50' .8N
出発経度 122° 25' .5W
到着緯度 34° 52' .0N
到着経度 139° 42' .0E

Departure Lat. 37° 50' .8N
Departure Long. 122° 25' .5W
Arrival Lat. 34° 52' .0N
Arrival Long. 139° 42' .0E

(前回の入力データが表示される)

The lat. and long. for departure, and arrival points are displayed if they were entered previously.

PILOT1-COMP				
LATd	37	°	50' .8	N
LONd	122	°	25' .5	W
LATa	34	°	52' .0	N
LONa	139	°	42' .0	E

OK		BACK		
----	--	------	--	--

Top

OK キーで計算開始
BACK キーで再入力

Press **OK** key to start computation.
Press **BACK** key for re-entering data.

OK

PILOT1-COMP				
LATd	37	°	50' .8	N
LONd	122	°	25' .5	W
LATa	34	°	52' .0	N
LONa	139	°	42' .0	E
COi	302	°	37' .9	
DIST	4488	.	8	
LATv	48	°	19' .0	N
LONv	168	°	38' .8	W

LAT lmt	EXIT	BACK		
---------	------	------	--	--

Top

初期針路 302° 37' .9
大圏距離 4488.8 マイル
頂点緯度 48° 19' .0N
頂点経度 168° 38' .8W

Initial Course 302° 37' .9
Great Circle Distance 4488.8 mi
Vertex Lat. 48° 19' .0N
Vertex Long. 168° 38' .8W

LAT lmt キーで制限緯度入力

Press **LAT lmt** key for entering the limit of latitude.

LAT lmt

PILOT1-COMP				
LATl				

7	8	9	N	BACK
4	5	6	S	BS
1	2	3	.	C
0	.	ENTER		

Top

制限緯度

Limit of Latitude

45 ENTER
OK

PILOT1-COMP				
LATl	45	°	00' .0	N
CO	296	°	25' .9	
LONt	161	°	26' .4	W
LONt	174	°	28' .0	W
DIST	4504	.	4	

dLON	EXIT	BACK		
------	------	------	--	--

Top

制限緯度 45° N
初期針路 296° 25' .9
頂点緯度 161° 26' .4W
頂点経度 174° 28' .0W
全距離 4504.4 マイル
dLON キーで中間緯度の計算

Limited Lat. 45° N
Initial Course 296° 25' .9
Tangent Long. 161° 26' .4W
Tangent Long. 174° 28' .0W
Total Distance 4504.4 miles
Press **dLON** key to continue with the computation of intermediate latitude.

dLON

PILOT1-COMP									
LATd	3	7	°	5	0	'	8	N	
LONd	1	2	2	°	2	5	'	5	W
LATa	3	4	°	5	2	'	0	N	
LONa	1	3	9	°	4	2	'	0	E
dLON									
7 8 9 E BACK									
4 5 6 W BS									
1 2 3 C									
0 . ENTER									
Top									

経度差

(Computation for Intermediate Longitude)

Difference Long.

10 ENTER

PILOT1-COMP										
LATd	3	7	°	5	0	'	8	N		
LONd	1	2	2	°	2	5	'	5	W	
LATa	3	4	°	5	2	'	0	N		
LONa	1	3	9	°	4	2	'	0	E	
dLON	1	0	°	0	0	'	0			
LATi	L	O	N	I						
1 3 2 ° 2 5 ' . 5 W										
7 8 9 E BACK										
4 5 6 W BS										
1 2 3 C										
0 . ENTER										
Top										

経度差 10°

Difference Long. 10°

中間経度 132° 25' 5W

Intermediate Long. 132° 25' 5W
(I/M)

130 W ENTER

PILOT1-COMP										
LATd	3	7	°	5	0	'	8	N		
LONd	1	2	2	°	2	5	'	5	W	
LATa	3	4	°	5	2	'	0	N		
LONa	1	3	9	°	4	2	'	0	E	
dLON	1	0	°	0	0	'	0			
LATi	L	O	N	I						
4 0 ° 2 8 ' . 2 N 1 3 0 ° 0 0 ' . 0 W										
1 4 0 ° 0 0 ' . 0 W										
7 8 9 E BACK										
4 5 6 W BS										
1 2 3 C										
0 . ENTER										
Top										

中間経度 130° Wに変更

I/M Long. Changed to 130° W

中間緯度 40° 28' 2N

I/M Lat. 40° 28' 2N

次は中間経度 140° W

I/M Long. 140° W

ENTER

PILOT1-COMP										
LATd	3	7	°	5	0	'	8	N		
LONd	1	2	2	°	2	5	'	5	W	
LATa	3	4	°	5	2	'	0	N		
LONa	1	3	9	°	4	2	'	0	E	
dLON	1	0	°	0	0	'	0			
LATi	L	O	N	I						
4 2 ° 5 6 ' . 8 N 1 4 0 ° 0 0 ' . 0 W										
1 5 0 ° 0 0 ' . 0 W										
7 8 9 E BACK										
4 5 6 W BS										
1 2 3 C										
0 . ENTER										
Top										

中間経度 140° W

I/M Long. 140° W

中間緯度 42° 56' 8N

I/M Lat. 42° 56' 8N

次は中間経度 150° W

I/M Long. 150° W

ENTER

PILOT1-COMP										
LATd	3	7	°	5	0	'	8	N		
LONd	1	2	2	°	2	5	'	5	W	
LATa	3	4	°	5	2	'	0	N		
LONa	1	3	9	°	4	2	'	0	E	
dLON	1	0	°	0	0	'	0			
LATi	L	O	N	I						
4 4 ° 2 5 ' . 5 N 1 5 0 ° 0 0 ' . 0 W										
1 6 0 ° 0 0 ' . 0 W										
7 8 9 E BACK										
4 5 6 W BS										
1 2 3 C										
0 . ENTER										
Top										

中間経度 150° W

I/M Long. 150° W

中間緯度 44° 25' 5N

I/M Lat. 44° 25' 5N

次は中間経度 160° W

I/M Long. 160° W

ENTER

PILOT1-COMP				
LATd	37°50'.8 N			
LONd	122°25'.5 W			
LATa	34°52'.0 N			
LONa	139°42'.0 E			
dLOn	10°00'.0			
LATi	LONi			
44°59'.5N 160°00'.0W				
161°26'.4W				
7	8	9	E	BACK
4	5	6	W	BS
1	2	3	C	C
0	.	ENTER		
Top				

中間経度 160° W
 中間緯度 44° 59'. 5N
 次は頂点経度 161° 26'. 4W

I/M Long. 160° W
 I/M Lat. 44° 59'. 5N
 Tangent Long. 161° 26'. 4W

ENTER

PILOT1-COMP				
LATd	37°50'.8 N			
LONd	122°25'.5 W			
LATa	34°52'.0 N			
LONa	139°42'.0 E			
dLOn	10°00'.0			
LATi	LONi			
45°00'.0N 161°26'.4W				
174°28'.0W				
7	8	9	E	BACK
4	5	6	W	BS
1	2	3	C	C
0	.	ENTER		
Top				

頂点経度 161° 26'. 4W
 頂点緯度 45° 00'. 0N
 次は頂点経度 174° 28'. 0W

Tangent Long. 161° 26'. 4W
 Tangent Lat. 45° 00'. 0N
 Tangent Long. 174° 28'. 0W

ENTER

PILOT1-COMP				
LATd	37°50'.8 N			
LONd	122°25'.5 W			
LATa	34°52'.0 N			
LONa	139°42'.0 E			
dLOn	10°00'.0			
LATi	LONi			
45°00'.0N 174°28'.0W				
175°32'.0E				
7	8	9	E	BACK
4	5	6	W	BS
1	2	3	C	C
0	.	ENTER		
Top				

頂点経度 174° 28'. 0W
 頂点緯度 45° 00'. 0N
 次は中間経度 175° 32'. 0E

Tangent Long. 174° 28'. 0W
 Tangent Lat. 45° 00'. 0N
 I/M Long. 175° 32'. 0E

175 ENTER

PILOT1-COMP				
LATd	37°50'.8 N			
LONd	122°25'.5 W			
LATa	34°52'.0 N			
LONa	139°42'.0 E			
dLOn	10°00'.0			
LATi	LONi			
44°30'.8N 175°00'.0E				
165°00'.0E				
7	8	9	E	BACK
4	5	6	W	BS
1	2	3	C	C
0	.	ENTER		
Top				

中間経度 175° E に変更
 中間緯度 44° 30'. 8N
 次は中間経度 165° E

I/M Long. Changed to 175° E
 I/M Lat. 44° 30'. 8N
 I/M Long. 165° E

ENTER

PILOT1-COMP				
LATd	37°50'.8 N			
LONd	122°25'.5 W			
LATa	34°52'.0 N			
LONa	139°42'.0 E			
dLOn	10°00'.0			
LATi	LONi			
43°07'.3N 165°00'.0E				
155°00'.0E				
7	8	9	E	BACK
4	5	6	W	BS
1	2	3	C	C
0	.	ENTER		
Top				

中間経度 165° E
 中間緯度 43° 07'. 3N
 次は中間経度 155° E

I/M Long. 165° E
 I/M Lat. 43° 07'. 3N
 I/M Long. 155° E

ENTER

PILOT1-COMP				
LATd	37°50'.	8	N	
LONd	122°25'.	5	W	
LATa	34°52'.	0	N	
LONa	139°42'.	0	E	
dLOn	10°00'.	0		
LATi	LONi			
40°44'.4N	145°00'.0E			
	145°00'.0E			
7	8	9	E	BACK
4	5	6	W	BS
1	2	3		C
0	.			ENTER

Top

中間経度 155° E
 中間緯度 40° 44'. 4N
 次は中間経度 145° E

I/M Long. 155° E
 I/M Lat. 40° 44'. 4N
 I/M Long. 145° E

ENTER

PILOT1-COMP				
LATd	37°50'.	8	N	
LONd	122°25'.	5	W	
LATa	34°52'.	0	N	
LONa	139°42'.	0	E	
dLOn	10°00'.	0		
LATi	LONi			
37°14'.1N	145°00'.0E			
	139°42'.0E			
7	8	9	E	BACK
4	5	6	W	BS
1	2	3		C
0	.			ENTER

Top

中間経度 145° E
 中間緯度 37° 14'. 1N
 次は到着経度 139° 42'. 0E

I/M Long. 145° E
 I/M Lat. 37° 14'. 1N
 Arrival Long. 139° 42'. 0E

ENTER

PILOT1-COMP				
LATd	37°50'.	8	N	
LONd	122°25'.	5	W	
LATa	34°52'.	0	N	
LONa	139°42'.	0	E	
dLOn	10°00'.	0		
LATi	LONi			
34°52'.0N	139°42'.0E			
	CD	EXIT		BACK

Top

到着経度 139° 42'. 0E
 到着緯度 34° 52'. 0N

Arrival Long. 139° 42'. 0E
 Arrival Lat. 34° 52'. 0N

CD キーで針路、航程計算へ

Press CD key for Course and Distance computation.

CD
M+

PILOT1-COMP				
LATd	37°50'.	8	N	
LONd	122°25'.	5	W	
LATa	40°28'.	2	N	
LONa	130°00'.	0	W	
CO	293°59'.	1		
DIS T	386.	2		
M+	386.	2		
	M+	NEXT		CM

M Top

針路 293° 59'. 1
 航程 386.2 マイル

Course 293° 59'. 3
 Distance 386.2 miles

M+ キーで航程を累計メモリーに記録
 NEXT キーで引き続き計算

Press M+ key to save distance value.
 Press NEXT key for further computation.

NEXT
M+

PILOT1-COMP				
LATd	40°28'.	2	N	
LONd	130°00'.	0	W	
LATa	42°56'.	8	N	
LONa	140°00'.	0	W	
CO	288°17'.	6		
DIS T	472.	4		
M+	858.	6		
	M+	NEXT		CM

M Top

針路 288° 17'. 6
 航程 472.4マイル

Course 288° 17'. 6
 Distance 472.4 miles

NEXT

M+

PILOT1-COMP	
LATd	42°56'.8 N
LONd	140°00'.0 W
LATa	44°25'.5 N
LONa	150°00'.0 W
CO	281°30'.9
DIST	443.5
M+	1302.1

M+ | NEXT | CM

Ⓜ Top

針路 281° 30'. 9
航程 443.5 マイル

Course 281° 30'. 9
Distance 443.5 miles

NEXT

M+

PILOT1-COMP	
LATd	44°25'.5 N
LONd	150°00'.0 W
LATa	44°59'.5 N
LONa	160°00'.0 W
CO	274°32'.6
DIST	428.5
M+	1730.6

M+ | NEXT | CM

Ⓜ Top

針路 274° 32'. 6
航程 428.5 マイル

Course 274° 32'. 6
Distance 428.5 miles

NEXT

M+

PILOT1-COMP	
LATd	44°59'.5 N
LONd	160°00'.0 W
LATa	45°00'.0 N
LONa	161°26'.4 W
CO	270°28'.0
DIST	61.2
M+	1791.8

M+ | NEXT | CM

Ⓜ Top

針路 270° 28'. 0
航程 61.2 マイル

Course 270° 28'. 0
Distance 61.2 miles

NEXT

M+

PILOT1-COMP	
LATd	45°00'.0 N
LONd	161°26'.4 W
LATa	45°00'.0 N
LONa	174°28'.0 W
CO	270°00'.0
DIST	553.6
M+	2345.4

M+ | NEXT | CM

Ⓜ Top

針路 270° 00'. 0
航程 553.6 マイル

Course 270° 00'. 0
Distance 553.6 miles

NEXT

M+

PILOT1-COMP	
LATd	45°00'.0 N
LONd	174°28'.0 W
LATa	44°30'.8 N
LONa	175°00'.0 E
CO	266°17'.4
DIST	450.5
M+	2795.9

M+ | NEXT | CM

Ⓜ Top

針路 266° 17'. 4
航程 450.5 マイル

Course 266° 17'. 4
Distance 450.5 miles

NEXT
M+

```

PILOT1-COMP
LATd  40°44'.4 N
LONd  155°00'.0 E
LATa  37°14'.1 N
LONa  145°00'.0 E
CO    245°48'.4
DIST  511.8
M+    4218.3
    
```

M+ NEXT CM

Top

針路 245° 48'. 4
航程 511.8 マイル

Course 245° 48'. 4
Distance 511.8 miles

NEXT
M+

```

PILOT1-COMP
LATd  37°14'.1 N
LONd  145°00'.0 E
LATa  34°52'.0 N
LONa  139°42'.0 E
CO    241°10'.4
DIST  293.8
M+    4512.1
    
```

M+ EXIT CM
BACK

Top

針路 241° 10'. 4
航程 293.8 マイル

Course 241° 10'. 4
Distance 293.8 miles

EXIT キーでプログラム選択画面へ

EXIT

50 ENTER
OK

```

PILOT1-COMP
LATI  50°00'.0 N
    
```

CMPST NO NEED
OK

Top

制限緯度を頂点緯度より高緯度に入
力しますとメッセージを表示します。
大圏航法の計算

If the limiting latitude entered higher
than the vertex, the message of
CMPST NO NEED is displayed.

制限緯度 50° N

Limited Lat. 50° N

OK キーで制限緯度入力待ちの状態
に戻れます。

OK

34 ENTER
OK

```

PILOT1-COMP
LATI  34°00'.0 N
    
```

ERROR
OK

Top

制限緯度を出発点緯度または到着点
緯度により低緯度に入力しますとエ
ラーメッセージを表示します。

If the limiting latitude entered is
lower than the vertex, the message
of ERROR is displayed.

制限緯度 34° N

Limited Lat. 34° N

OK キーで制限緯度入力待ちの状態
に戻れます。

OK

航海計画表

POSITION	CO	PT to PT	DISTANCE	
			TO	FROM
37° 50'. 8N , 122° 25'. 5W			4512.1	0
40° 28'. 2N , 130° 00'. 0W	294°	386.2	4125.9	386.2
42° 56'. 8N , 140° 00'. 0W	288°	472.4	3653.5	858.6
44° 25'. 5N , 150° 00'. 0W	282°	443.5	3210.0	1302.1
44° 59'. 5N , 160° 00'. 0W	275°	428.5	2781.5	1730.6
45° 00'. 0N , 161° 26'. 4W	271°	61.2	2720.3	1791.8
45° 00'. 0N , 174° 28'. 0W	270°	553.6	2166.7	2345.4
44° 30'. 8N , 175° 00'. 0E	266°	450.5	1716.2	2795.9
43° 07'. 3N , 165° 00'. 0E	259°	441.5	1274.7	3237.4
40° 44'. 4N , 155° 00'. 0E	252°	469.1	805.6	3706.5
37° 14'. 1N , 145° 00'. 0E	246°	511.8	293.8	4218.3
34° 52'. 0N , 139° 42' 0E	241°	293.8	0	4512.1

注：ここで表示されている中間緯度、接点経度は計算結果を4捨5入して表示しているもので、実際には端数を持っています。
そのため表示されている値を「針路、航程の計算」で入力した場合の結果と、多少異なることがあります。

5) 到着時刻の計算 Estimated Time of Arrival

メニュー画面でETAを選択します。

出発点から到着点までの距離を入力し、入力された速力での到着時刻を現地時間で求めます。

出発点の時差、出発時刻、年月日および到着点までの距離、到着点の時差を入力します。

距離は「針路、航程の計算」で累計メモリーに記録した値を呼び出して入力することができます。

以後、繰り返し速力を入力しますと、到着月日と時刻を表示します。

5) Estimated Time of Arrival

ETA (Estimated Time of Arrival) mode computes the local time at the arrival point when the data of departure point, distance and ship's speed are entered.

Example :

Find ETA of the ship under the following conditions.

Departure at 12 o'clock on July 31, 1996
 Zone Time : +9h
 Total Distance : 4088.8 miles
 Zone Time at Arrival Point : -9h
 Ship Speed : 15 knots
 15.25 knots

キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

時差

Zone time at departure point

時刻

Time at departure point

年月日

Date at departure point

距離

Distance

到着点時差

Zone time at arrival point

9 ENTER
 12 ENTER
 7.311996 ENTER

時差 +9時間

Zone time +09h 00m 00s

時刻 12時

Time 12h 00m 00s

年月日 1996年7月31日

Date July 31, 1996

距離

Distance

到着点時差

Zone time at arrival point

距離入力ではRMキーで累計メモリーの値を入力できます。

When entering DIST values, you can enter accumulated values using RM key.

4088.8 ENTER
 -9 ENTER

距離 4088.8マイル

Distance 4088.8 miles

到着点時差 -9時間

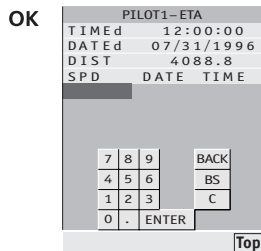
Zone time at arrival point -09h 00m 00s

OK キーで速力入力へ

OK key to enter speed value

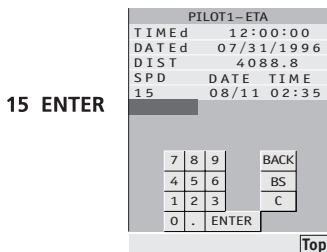
BACK キーで再入力

BACK



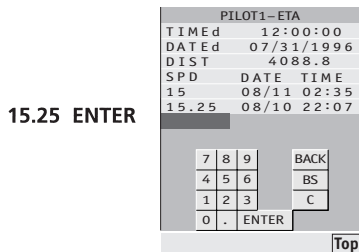
速力

Speed



速力 到着月日 時刻
 15 ノット 8月11日 2時35分

Speed Date ETA
 15 knots August 11 02:35



速力 到着月日 時刻
 15.25 ノット 8月10日 22時07分

Speed Date ETA
 15.25 knots August 10 22:07

Top キーでプログラム選択画面へ

Top key to return to Main Menu.

2. その他の航法 (PILOT 2)

プログラム選択画面で、プログラムキー **PILOT2**を押すとメニュー画面になり、下記のプログラムを選択できます。

CURRENT	: 潮流航法の計算
WIND D&S (Direction and Speed of True Wind)	: 真風向、風速の計算
TIDE	: 潮高計算
STREAM	: 潮流計算

1) 潮流航法の計算 Current

メニュー画面で **CURRENT** を選択するとサブメニュー画面になり、下記のプログラムを選択できます。

C&S MG (Course and Speed Made Good)	: 実航針路、実航速力
C&S to MG (Course and Speed to Make Good)	: 視針路、対水速力
CtoStr&S MG (Course to Steer and Speed Made Good)	: 視針路、実航速力
SET&DRFT (Set and Drift)	: 潮の流向、流速

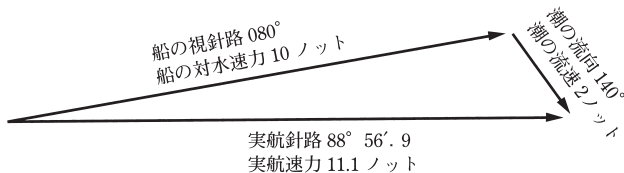
1-1) 実航針路、実航速力 Course and Speed Made Good

サブメニュー画面で **C & S MG** を選択します。

船の視針路、対水速力、潮の流向、流速を入力し、実航針路、速力を求めます。

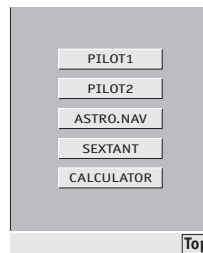
例:

船の視針路	080°
船の対水速力	10 ノット
潮の流向	140°
潮の流速	2 ノット

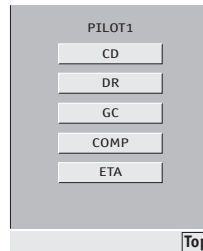


2. Navigation Computations for Current, True Wind, Tide and Stream

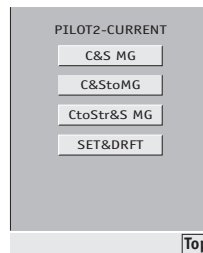
PILOT2



CURRENT



C&S MG



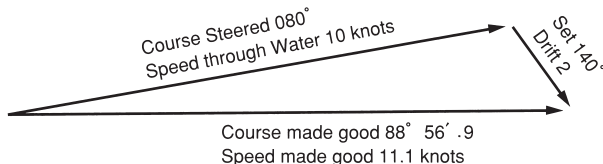
1-1) Course and Speed Made Good

This mode computes the course made good and speed made good when the course steered and speed through water are given, and set and drift are known.

Example :

Find Course and speed made good through water.

Course steered	080°
Speed through water	10 knots
Set (toward)	140°
Drift	2 knots



**CURRENT
C&S MG**

PILOT2-C&S MG

CO
SPD
SET
DRFT

7 8 9 BACK
4 5 6 BS
1 2 3 C
0 . ENTER

Top

船の視針路
船の対水速力
潮の流向
潮の流速

Course steered
Speed through water
Set
Drift

**80 ENTER
10 ENTER
140 ENTER
2 ENTER**

PILOT2-C&S MG

CO 80°00'0
SPD 10.0 kn
SET 140°00'0
DRFT 2.0 kn

OK BACK

Top

船の視針路 080°
船の対水速力 10 ノット
潮の流向 140°
潮の流速 2 ノット

Course to make good 80°
Speed to make good 10 knots
Set 140°
Drift 2 knots

OK

PILOT2-C&S MG

CO 80°00'0
SPD 10.0 kn
SET 140°00'0
DRFT 2.0 kn
CO mg 88°56'9
SPD mg 11.1 kn

EXIT BACK

Top

実航針路 88° 56' 9
実航速力 11.1 ノット

Course steered 88° 56' 9
Speed through water 11.1 knots

EXIT

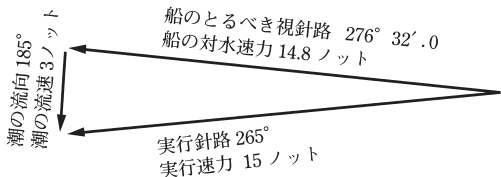
EXIT

2. その他の航法 (PILOT 2)

1-2) 視針路、対水速力 Course and Speed to Make Good

サブメニュー画面で C & S to MG を選択します。
 実航針路、速力、潮の流向、流速を入力し、船のとるべき視針路、対水速力を求めます。

例：実航針路 265°
 実航速力 15 ノット
 潮の流向 185°
 潮の流速 3 ノット



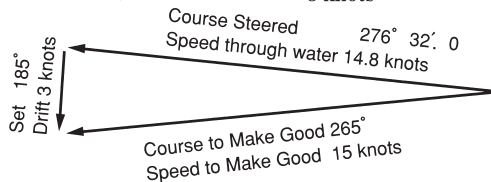
2. Navigation Computations for Current, True Wind, Tide and Stream

1-2) Course and Speed to Make Good

Course and Speed to Make Good mode computes the course to steer and speed through water when the course to make good and speed to make good are given, and set and drift are known.

Example : Find Course steered and Speed through water.

Course to Make Good 265°
 Speed to Make Good 15 knots
 Set 185°
 Drift 3 knots

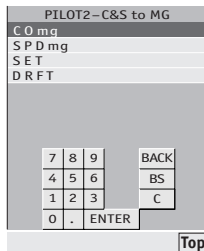


キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

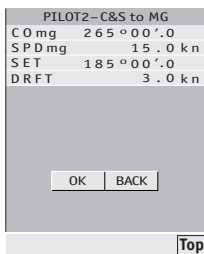
CURRENT
 C&S to MG



実航針路
 実航速力
 潮の流向
 潮の流速

Course to make good
 Speed to make good
 Set
 Drift

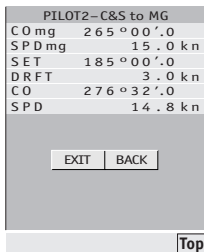
265 ENTER
 15 ENTER
 185 ENTER
 3 ENTER



実航針路 265°
 実航速力 15 ノット
 潮の流向 185°
 潮の流速 3 ノット

Course to make good 265°
 Speed to make good 15 knots
 Set 185°
 Drift 3 knots

OK



船の視針路 276° 32'.0
 船の対水速力 14.8 ノット

Course steered 276° 32'.0
 Speed through water 14.8 knots

EXIT

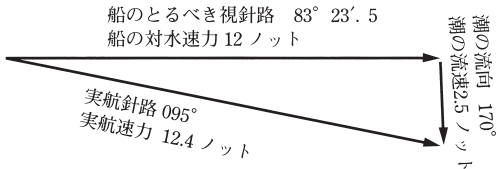
EXIT

2. その他の航法 (PILOT 2)

1-3) 視針路、実航速度 Course to Steer and Speed Made Good

サブメニュー画面で CtoStr&S MG を選択します。
 実航針路、船の対水速度、潮の流向、流速を入力し、船の
 とるべき視針路、実航速度を求めます。

例：実航針路 95°
 船の対水速度 12ノット
 潮の流向 170°
 潮の流速 2.5 ノット



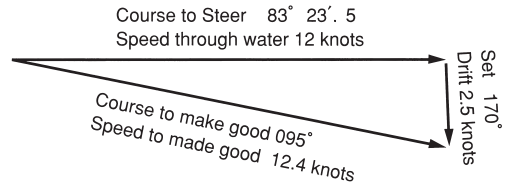
2. Navigation Computations for Current, True Wind, Tide and Stream

1-3) Course to Steer and Speed Made Good

The mode computes the course to steer and speed made good when the course to make good and speed through water are given, and set and drift are known.

Example : Find Course to steer and speed made good.

Course to make good : 95°
 Speed to make water : 12 knots
 Set : 170°
 Drift : 2.5 knots

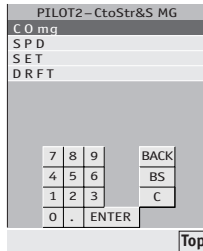


キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

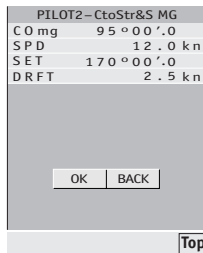
CURRENT
 CtoStr&S MG



実航針路
 船の対水速度
 潮の流向
 潮の流速

Course to make good
 Speed through water
 Set
 Drift

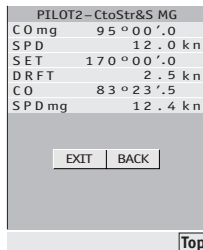
95 ENTER
 12 ENTER
 170 ENTER
 2 ENTER



実航針路 95°
 船の対水速度 12 ノット
 潮の流向 170°
 潮の流速 2.5 ノット

Course to make good 95°
 Speed through water 12 knots
 Set 170°
 Drift 2.5 knots

OK



船の視針路 83° 23'.5
 実航速度 12.4 ノット

Course to steer 83° 23'.5
 Speed made good 12.4 knots

EXIT

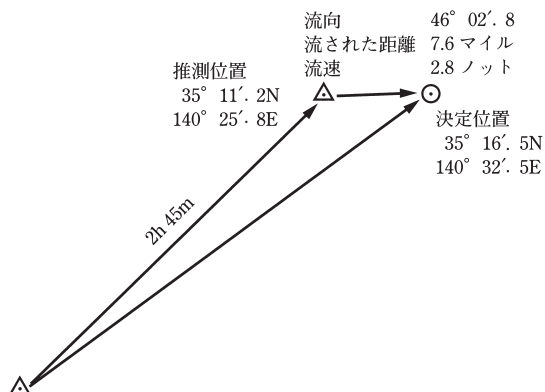
EXIT

2. その他の航法 (PILOT 2)

1-4) 潮の流向、流速 Set and Drift

サブメニュー画面で SET&DRFT を選択します。
推測緯度、経度、決定緯度、経度および航走時間から潮の流向、潮に流された距離、潮の流速を求めます。
推測緯度、経度は「到着点の計算」での計算結果が表示され、変更することも可能です。

例：2時間45分航海して、推測位置 35° 11′. 2N、
140° 25′. 8Eにおいて決定位置 35° 16′. 5N、
140° 32′. 5Eを得た。航海中の潮の流向、潮に流された距離、潮の流速を求めよ。



2. Navigation Computations for Current, True Wind, Tide and Stream

1-4) Set and Drift

Set and Drift mode computes Set, Distance drifted and Drift.

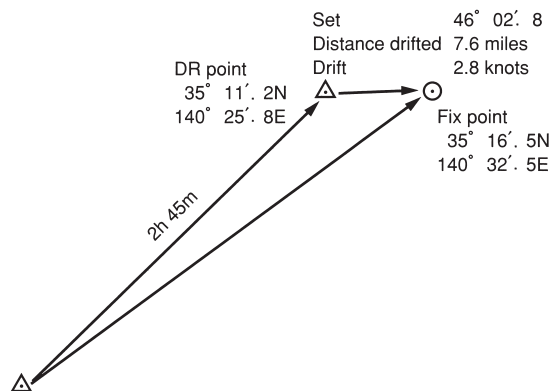
Example :

Find Set, Distance drifted and Drift.

DR point : 35° 11′. 2N 140° 25′. 8E

Fix point : 35° 16′. 5N 140° 32′. 5E

Time : 2h 45m



キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

CURRENT
SET&DRFT
35.112 ENTER
140.258 ENTER
35.165 ENTER
140.325 ENTER
2.45 ENTER

```

PILOT2-SET&DRFT
LATdr 35°11'.2 N
LONdr 140°25'.8 E
LATf 35°16'.5 N
LONf 140°32'.5 E
TIMEr 02:45:00
    
```

OK | BACK

Top

OK

```

PILOT2-SET&DRFT
LATdr 35°11'.2 N
LONdr 140°25'.8 E
LATf 35°16'.5 N
LONf 140°32'.5 E
TIMEr 02:45:00
SET 46°02'.8
DIF 7.6
DRFT 2.8 kn
    
```

EXIT | BACK

Top

推測緯度 35° 11′. 2N
推測経度 140° 25′. 8E
決定緯度 35° 16′. 5N
決定経度 140° 32′. 5E
航走時間 2時間 45分

DR Lat. 35° 11′. 2N
DR Long. 140° 25′. 8E
Fix Lat. 35° 16′. 5N
Fix Long. 140° 32′. 5E
Time 2h 45m

潮の流向 46° 02′. 8
流された距離 7.6 マイル
潮の流速 2.8 ノット

Set 46° 02′. 8
Distance drifted 7.6 miles
Drift 2.8 knots

EXIT

EXIT

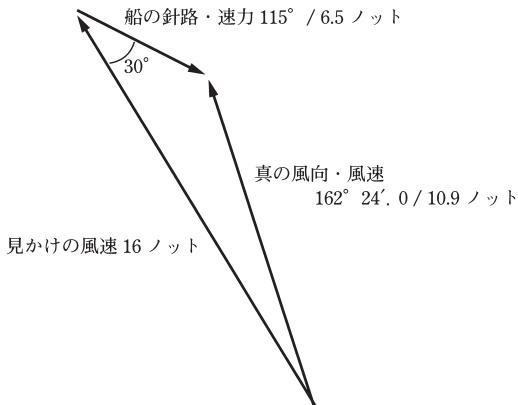
2. その他の航法 (PILOT 2)

2) 真風向、風速の計算 Direction and Speed of True Wind

メニュー画面で WIND D&S を選択します。

船の針路、速力、見かけの風向、風速を入力し、真風向、風速を求めます。

例： 船の針路 115°
 船の速力 6.5 ノット
 見かけの風向 右舷 30°
 見かけの風速 16 ノット



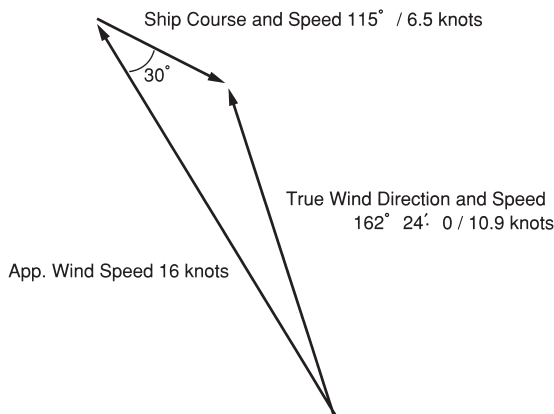
2. Navigation Computations for Current, True Wind, Tide and Stream

2) Direction and Speed of True Wind

Wind Direction and Speed mode computes the True Wind Direction and True Wind Speed when a ship is taking a certain course at a certain speed.

Example : Find True Wind Direction and True Wind Speed.

Ship Course 115°
 Ship Speed 6.5 knots
 Apparent Wind Direction 30° starboard
 Apparent Wind Speed 16 knots

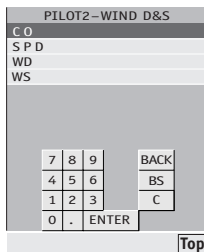


キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

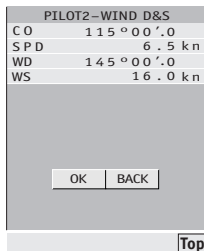
WIND D&S



船の針路
 船の速力
 見かけの風向
 見かけの風速

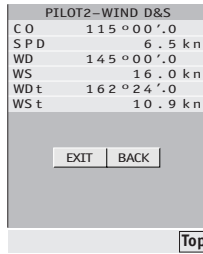
Course to make good
 Speed through water
 Set
 Drift

115 ENTER
 6.5 ENTER
 145 ENTER
 16 ENTER



船の針路 115°
 船の速力 6.5 ノット
 見かけの風向 右舷 30° (115+30=145) ※1 115+30=145 ※1
 見かけの風速 16 ノット

OK



真風向 162° 24'. 0
真風速 10.9 ノット

True Wind Direction 162° 24'. 0
True Wind Speed 10.9 knots

EXIT

※ 1 Ship course ± Apparent Wind Direction should be entered here. Use (+) when the apparent wind is blowing from starboard and (-) for port. Note: NC-2100E solves the current and wind problems except SET & DRFT by plane Sailing.

※ 1 見かけの風向は船首からの角度ですから、船の針路に右舷のときプラス、左舷のときマイナスして、北からの角度になおして入力します。

3) 潮高計算 Tide at Standard Port

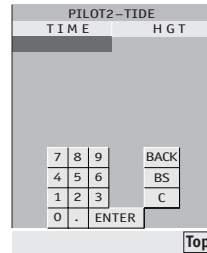
メニュー画面でTIDEを選択します。
潮汐表のデータから低潮時とその潮高、高潮時とその潮高を読みとり入力し、所要時の潮高を計算します。

3) Tide at Standard Port

TIDE (Tide at Standard Port) mode computes the height of tide at any selected time.

Example : Find height of water at 7h 30m.
Low water : 0.6m at 1h 45m
High water : 11.9m at 9h 06m

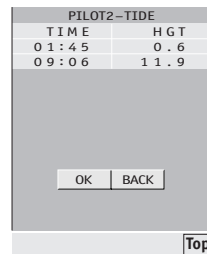
TIDE



時刻 潮高

Time Height

1.45 ENTER
0.6 ENTER
9.06 ENTER
11.9 ENTER

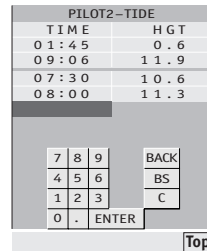


低潮時 1:45 潮高 0.6m
高潮時 9:06 潮高 11.9m

Low 1:45 Height 0.6m
High 9:06 Height 11.9m

OK

7.30 ENTER
8.0 ENTER



所要時 潮高
7:30 10.6m
8:00 11.3m

Selected Time Height
7:30 10.6m
8:00 11.3m

Top

Top

4) 潮流計算 Tidal Stream

メニュー画面で STREAM を選択します。
 潮汐表のデータから転流時および最強時とその流速を読みとり入力し、所要時の流速を求めます。

例：潮汐表から転流時 1 : 4 2、最強時 4 : 4 3、
 流速 4.6 ノットを得た。3 : 3 0 の流速を求めよ。

転流時 : 1 : 42
 最強時 : 4 : 43
 流速 : 4.6 ノット

2. Navigation Computations for Current, True Wind, Tide and Stream

4) Tidal Stream

Tidal Stream mode computes the velocity of stream (tidal current) at any selected time.

Example :

Find the velocity of tidal current at 3 : 30 under the following conditions.

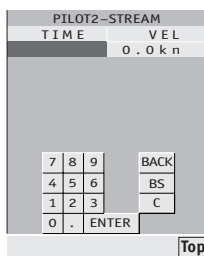
Time of slack : 1 : 42
 Time of Maximum : 4 : 43
 Velocity of Maximum : 4.6 knots

キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

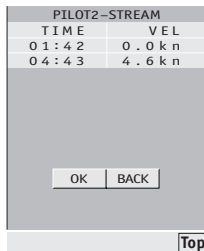
STREAM



転流時
 最強時 最強流速

Time of Slack
 Time of Max. Velocity at Max.

1.42 ENTER
 4.43 ENTER
 4.6 ENTER

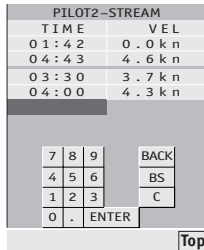


転流時 1 : 42
 最強時 4 : 43 流速 4.6 ノット

Time of Slack 1 : 42
 At Max. 4 : 43 4.6 knots

OK

3.3 ENTER
 4.0 ENTER



所要時 3 : 30 流速 3.7 ノット
 所要時 4 : 00 流速 4.3 ノット

Selected Time 3 : 30 3.7 knots
 Selected Time 4 : 00 4.3 knots

Top

Top

3. 天文航海 (ASTRO.NAV)

プログラム選択画面で、プログラムキー **ASTRO.NAV** を押すとメニュー画面になり、下記のプログラムを選択できます。

TWILIGHT	: 薄明時の計算
PRD&IDNT (Prediction & Identification)	: 索星の計算
ALMANAC	: 天測暦の計算
LOP (Line of position)	: 位置の線の計算
FIX	: 船位決定の計算
MPS (Meridian Passage)	: 正中時の計算

1) 薄明時の計算 Twilight

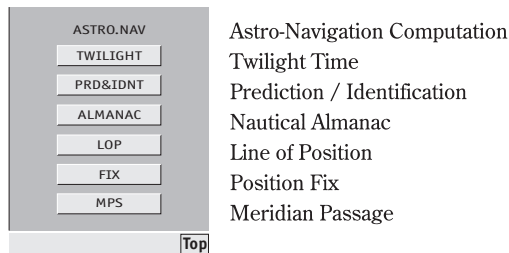
サブメニュー画面で Twilight を選択します。

船で使用している時差、時刻、年月日、およびその時刻の推測緯度、経度、そのときの船の針路、速力を入力します。推測緯度、経度は「到着点の計算」の結果が表示され、変更することも可能です。

次に太陽か月かを指定します。入力された時刻の±12時間以内で、船の到着点の計算および、太陽または月の高度計算を繰り返し、出没時を求めます。太陽を指定した場合、出没時、方位角、薄明時を表示します。月を指定した場合、出没時、方位角、月齢を表示します。

3. Astro-Navigation Computations

1) Twilight Time



Astro-Navigation Computation
Twilight Time
Prediction / Identification
Nautical Almanac
Line of Position
Position Fix
Meridian Passage

TWILIGHT (Twilight Time) mode computes time of rise or set, civil twilight and azimuth for the Sun and rise or set, age and azimuth for the Moon.

It computes the above data which may be occurred within ±12 hours from the entered time.

Example :

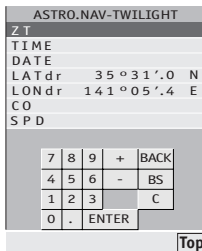
The DR position of a ship is 35° 31' 0N, 141° 05' 4E around 18 o'clock of ship time (Zone time +9h) on July 31, 1996. It is steering the true course 67° at speed 8 knots. Find the Sun set, azimuth and civil twilight time.

キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

ASTRO.NAV
TWILIGHT

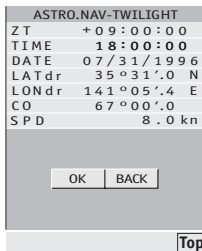


推測緯度 35° 31' 0N
推測経度 141° 05' 4E
(「到着点の計算」結果)

DR Lat. 35° 31' 0N
DR Long. 141° 05' 4E

The DR position is displayed automatically from the result of DR mode.

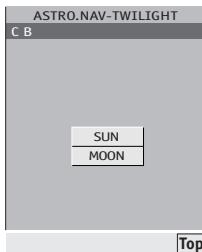
9 ENTER
18 ENTER
7.311996 ENTER
ENTER
ENTER
67 ENTER
8 ENTER



時差 +09h 00m 00s
時刻 18h 00m 00s
年月日 1996年7月31日
推測緯度 35° 31' 0N
推測経度 141° 05' 4E
針路 67° 00' 0
速力 8ノット

Zone time +09h 00m 00s
Time 18h 00m 00s
Date July 31, 1996
DR Lat. 35° 31' 0N
DR Long. 141° 05' 4E
Course 67° 00' 0
Speed 8 knots

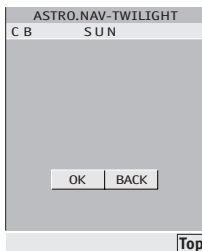
OK



太陽か月のどちらか

Select either the Sun or the Moon.

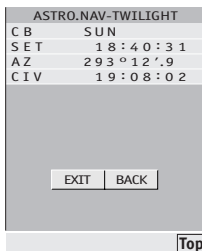
SUN



太陽指定

Select SUN.

OK



日没時 18時 40分 31秒

Time at sunset 18h 40m 31s

方位角 293° 12' 9

Azimuth 293° 12' 9

薄明時 19時 08分 02秒

At Twilight 19h 08m 02s

BACK

ENTER

ENTER

ENTER

ENTER

ENTER

ENTER

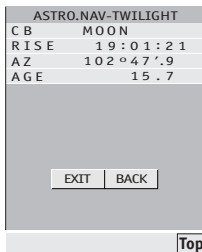
ENTER

ENTER

OK

MOON

OK



変更せず月を選択

Example :

Find the time of moon rise, Azimuth and Moon age.

Select MOON.

月出時 19時 01分 21秒

Time at moon rise 19h 01m 21s

方位角 102° 47' 9






Azimuth 102° 47' 9

月齢 15.7 日

Moon Age 15.7 days

EXITで終了

Press EXIT key to terminate.

月齢 Moon Age	0	75	15	22.5	0
Phase					

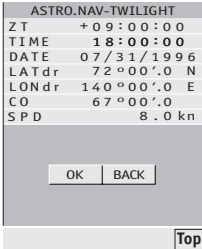
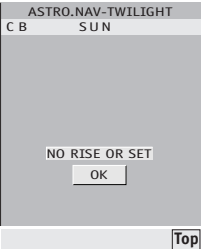
入力された時刻の±12時間以内で、太陽または月の出没が起こらない場合、メッセージを表示します。また、1時間以内に出と没とが起こる場合も、このメッセージが表示されます。

If the Sun or Moon does not rise or set within ±12 hours from the entered time, the message of NO RISE OR SET is displayed.

キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

			
OK			
SUN		太陽指定	Select the Sun.
OK		出没無し	No rise or set

太陽を指定した場合、出没時から3時間以内に常用薄明に達しない場合、メッセージを表示します。

In case the Sun is designated, if no civil twilight time occurred within 3 hours from the time of rise or set, the message NO CIVIL is displayed.

```

ASTRO.NAV-TWILIGHT
Z T      + 09:00:00
TIME     18:00:00
DATE     07/31/1996
LATdr    68°00'.0 N
LONdr    140°00'.0 E
CO       67°00'.0
SPD      8.0 kn

OK      BACK

Top

```

OK
SUN
OK

```

ASTRO.NAV-TWILIGHT
CB       SUN
SET      21:39:46
AZ       331°13'.4

NO CIVIL

OK

Top

```

太陽指定

日没時 21時 39分 46秒
方位角 331° 13'. 4

Time of sunset : 21h 39m 46s
Azimuth : 331° 13'. 4

薄明無し

2) 索星の計算 Prediction and Identification

サブメニュー画面で PRD&IDNT を選択します。
船で使用している時差、時刻、年月日を入力します。
その時刻の推測緯度、経度は「到着点の計算」の結果が表示され、変更することも可能です。
全天体の方位角、高度を計算し、高度 0° 以上の天体の計算結果を方位角順に表示します。

▲▼ キーを押しますと、全方位の天体を表示させることができます。

CHG ARNG キーを押しますと、方位角順の表示を高度順の表示に切り換えることができます。

▲▼ キーを押しますと、全高度の天体を表示させることができます。

方位角順表示と高度順表示の切り換えは、**CHG ARNG** キーを押すことによって交互に行うことができます。

2) Prediction and Identification

PRD & IDNT (Prediction / Identification) mode computes azimuth and altitude for the all celestial bodies and displays any usable bodies above the horizon.

Example :

The DR position of a ship is 35° 34' 5N, 141° 15' 6E at 19 : 08 of ship time (Zone time +9h) on July 31, 1996.

Find azimuth and altitude.

PRD&IDNT

ASTRO.NAV-PRD&IDNT				
Z T				
TIME				
DATE				
LATdr 35°34'.5 N				
LONdr 141°15'.6 E				
7	8	9	+	BACK
4	5	6	-	BS
1	2	3		C
0	.	ENTER		
Top				

推測緯度 35° 34'. 5N
推測経度 141° 15'. 6E

Estimated Lat. 35° 34'. 5N
Estimated Long. 141° 15'. 6E

9 ENTER
19.08 ENTER
7.31 ENTER
35.345 ENTER
141.156 ENTER

ASTRO.NAV-PRD&IDNT				
Z T +09:00:00				
TIME 19:08:00				
DATE 07/31/1996				
LATdr 35°34'.5 N				
LONdr 141°15'.6 E				
OK BACK				
Top				

時差 +09 時間
時刻 19 時 08 分
年月日 1996 年 7 月 31 日
推測緯度 35° 34'. 5N
推測経度 141° 15'. 6E

Zone time +09h 00m 00s
Time 19h 08m 00s
Date July 31, 1996
Estimated Lat. 35° 34'. 5N
Estimated Long. 141° 15'. 6E

OK

ASTRO.NAV-PRD&IDNT				
CB	AZ ▲	ALT ▲		
Polaris	0°	35°		
Schedar	27°	12°		
Caph	28°	17°		
Eltanin	42°	65°		
Deneb	57°	39°		
Vega	73°	61°		
Enif	86°	11°		
Moon	104°	1°		
Altair	104°	33°		
Rasalhague	135°	60°		
CHG ARNG	EXIT	BACK		
Top				

天体名 方位角 高度

Celestial Azimuth Altitude
Body
(Computing)

方位角順に並べ替え

Completed computation and
arrangement of Azimuth

▲▼ キーで全画面を表示

▲▼ key to display whole screen



ASTRO.NAV-PRD&IDNT				
CB	AZ ▲	ALT ▼		
Moon	104°	1°		
Altair	104°	33°		
Rasalhague	135°	60°		
Nunki	142°	17°		
Jupiter	143°	21°		
Kaus Aust.	152°	13°		
Sabik	162°	37°		
Shaula	163°	15°		
Antares	175°	28°		
Zuben'ubi	203°	35°		
CHG ARNG	EXIT	BACK		
Top				

CHG ARNG

ASTRO.NAV-PRD&IDNT				
CB	AZ	ALT ▼		
Caph	28°	17°		
Nunki	142°	17°		
Shaula	163°	15°		
Kaus Aust.	152°	13°		
Gienah	237°	13°		
Menkent	205°	13°		
Schedar	27°	12°		
Enif	86°	11°		
Regulus	280°	7°		
Moon	104°	1°		
CHG ARNG	EXIT	BACK		
Top				

高度順に並べ替え

Arrangement of altitudes in
decreasing order.

▲▼ キーで全画面を表示

▲▼ key to display whole screen

▼
|
|
|

ASTRO.NAV-PRD&IDNT		
CB	AZ	ALT
Spica	228°	29°
Denebola	268°	28°
Antares	175°	28°
Jupiter	143°	21°
Caph	28°	17°
Nunki	142°	17°
Shaula	163°	15°
Kaus Aust.	152°	13°
Gienah	237°	13°
Menkent	205°	13°

CHG ARNG EXIT BACK

Top

CHG ARNG キーで方位角順
EXIT キーでプログラム選択画面へ
BACK キーで再計算

Press **CHG ARNG** key to change arrangement of azimuths.
 Press **EXIT** key to return to the Main Menu.
 Press **BACK** key for re-computation.

3) 天測暦の計算 Nautical Almanac

サブメニュー画面で ALMANAC を選択します。
 時刻、年月日、天体名を入力しその天体の天測暦データを求めます。時刻は世界時で入力します。
 天体名はアルファベットキーで入力します。
 太陽の場合、視半径、赤緯、グリニジ時角、均時差を表示します。
 月、惑星は、地平視差、赤緯、グリニジ時角を表示します。
 恒星は、赤緯、グリニジ恒星時角、恒星時角、グリニジ時角を表示します。A C、Z を選びますと、計算高度、方位角の計算へ入ることができます。

3) Nautical Almanac

ALMANAC (Nautical Almanac) mode computes all data in the Nautical Almanac for the Sun, Moon, Venus, Mars, Jupiter, Saturn and 63 stars. It is good through the year 2100 with an accuracy of higher than 0' 2.
 Enters the name of Celestial body.

Example :

Find the Semidiameter, Declination, Greenwich Hour Angle and Equation of Time for the Sun at GMT 09h 40m 33s on July 31, 1996.

ALMANAC

ASTRO.NAV-ALMANAC			
GMT			
DATE			
CB			
7	8	9	BACK
4	5	6	BS
1	2	3	C
0	.	ENTER	

Top

9.4033 ENTER
7.311996 ENTER
S U N ENTER

ASTRO.NAV-ALMANAC			
GMT	09:40:33		
DATE	07/31/1996		
CB	SUN		
A	B	C	D
E	F	G	BACK
H	I	J	K
L	M	N	BS
O	P	Q	R
S	T	U	CLR
V	W	X	Y
Z	▲	▼	
ENTER			

Top

時刻 09時 40分 33秒
 年月日 1996年 7月 31日
 天体名 太陽

GMT 09h 40m 33s
 Date July 31, 1996
 Celestial Body Sun

ENTER

```

ASTRO.NAV-ALMANAC
GMT      09:40:33
DATE    07/31/1996
CB       SUN
    
```

OK BACK

Top

OK

```

ASTRO.NAV-ALMANAC
GMT      09:40:33
DATE    07/31/1996
CB       Sun
SD       0°15'.8
DEC     18°08'.9 N
GHA     323°33'.2
EQT     -00:06:20
    
```

AC.Z EXIT BACK

Top

視半径	0° 15'. 8	Semidiameter	0° 15'. 8
赤緯	18° 08'. 9N	Declination	18° 08'. 9
グリニジ時角	323° 33'. 2	Greenwich Hour Angle	323° 33'. 2
均時差	-6分 20秒	Equation of Time	-00h 06m 20s

BACK

10.2423 ENTER

ENTER

MOON ENTER

```

ASTRO.NAV-ALMANAC
GMT      10:24:23
DATE    07/31/1996
CB       Moon
    
```

A	B	C	D	E	F	G	BACK
H	I	J	K	L	M	N	BS
O	P	Q	R	S	T	U	CLR
V	W	X	Y	Z	▲	▼	ENTER

Top

時刻	10時 24分 23秒	GMT	10h 24m 23s
年月日	1996年 7月 31日	Date	July 31, 1996
天体名	月	Celestial Body	Moon

ENTER

```

ASTRO.NAV-ALMANAC
GMT      10:24:23
DATE    07/31/1996
CB       Moon
    
```

OK BACK

Top

OK

```

ASTRO.NAV-ALMANAC
GMT      10:24:23
DATE    07/31/1996
CB       Moon
HP       1°01'.2
DEC     10°25'.6 S
GHA     141°37'.1
    
```

AC.Z EXIT BACK

Top

地平視差	1° 01'. 2	Horizontal Parallax	1° 01'. 2
赤緯	10° 25'. 6S	Declination	10° 25'. 6S
グリニジ時角	141° 37'. 1	Greenwich Hour Angle	141° 37'. 1

BACK
10.1239 ENTER
ENTER
A N T A R E S ENTER

```

ASTRO.NAV-ALMANAC
GMT 10:12:39
DATE 07/31/1996
CB Antares
    
```

A	B	C	D	E	F	G	BACK
H	I	J	K	L	M	N	BS
O	P	Q	R	S	T	U	CLR
V	W	X	Y	Z	▲	▼	ENTER

Top

時刻 10時 12分 39秒
年月日 1996年 7月 31日
天体名 Antares

GMT 10h 12m 39s
Date July 31, 1996
Celestial Body Antares

▲

```

ASTRO.NAV-ALMANAC
GMT 10:12:39
DATE 07/31/1996
CB Arcturus
    
```

A	B	C	D	E	F	G	BACK
H	I	J	K	L	M	N	BS
O	P	Q	R	S	T	U	CLR
V	W	X	Y	Z	▲	▼	ENTER

Top

天体名 Arcturus

Celestial Body Arcturus

ENTER
OK

```

ASTRO.NAV-ALMANAC
GMT 10:12:39
DATE 07/31/1996
CB Arcturus
DEC 19°12'.3 N
GHAa 102°28'.7
SHA 146°07'.4
GHA 248°36'.1
    
```

AC.Z EXIT BACK

Top

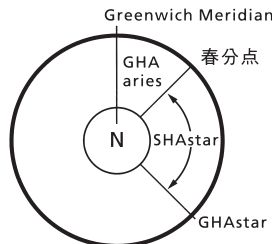
赤緯 19° 12′. 3N
グリニジ恒星時角 102° 28′. 7
恒星時角 146° 07′. 4
グリニジ時角 248° 36′. 1

Declination 19° 12′. 3N
GHAaries 102° 28′. 7
Star Hour Angle 146° 07′. 4
Greenwich Hour Angle 248° 36′. 1

GHAaries(GHAa) はグリニッチ恒星時を角度で表したもので、地球上のグリニッチ子午線から西回りに天球上の春分点までの角度に相当する。

SHAstar は天球上の春分点からその星までを西回りに角度で表したもので、RA(Right Ascension 赤緯) の逆回りの角度に相当する。その星のグリニッチ子午線からの時角GHAstar は、次の式で表す。

$$GHAstar = GHAaries + SHAstar$$



計算高度、方位角の計算 Calculated Altitude and Azimuth

天測暦の計算の A C, Z を選びます。

Computation of calculated Altitude and Azimuth

緯度、経度を入力し、その天体の方位角と計算高度を求めます。緯度、経度は「到着点の計算」の結果が表示され、変更することも可能です。

キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

```

ASTRO.NAV-ALMANAC
GMT 10:12:39
DATE 07/31/1996
CB Arcturus
DEC 19°12'.3 N
GHAA 102°28'.7
SHA 146°07'.4
GHA 248°36'.1
  
```

AC.Z | EXIT | BACK

Top

AC.Z

AC.Z を選択

Press AC.Z key.

35.347 ENTER
141.161 ENTER

```

ASTRO.NAV-ALMANAC
GMT 10:12:39
DATE 07/31/1996
CB Arcturus
LATdr 35°34'.7 N
LONdr 141°16'.1 E
  
```

OK | BACK

Top

OK

緯度 35° 34'. 7N
経度 141° 16'. 1E

Latitude 35° 34'. 7N
Longitude 141° 16'. 1E

```

ASTRO.NAV-ALMANAC
GMT 10:12:39
DATE 07/31/1996
CB Arcturus
LATdr 35°34'.7 N
LONdr 141°16'.1 E
AZ 246°03'.0
ALT 59°01'.7
  
```

EXIT | BACK

Top

方位角 246° 02'. 9
計算高度 59° 01'. 6

Azimuth 246° 02'. 9
Calculated Altitude 59° 01'. 6

EXIT

EXIT

4) 位置の線の計算 Line of Position

4) Line of Position

サブメニュー画面で LOP を選択します。
 推測緯度と推測経度は、「到着点の計算」での計算結果
 が表示されます。表示されるデータは変更することも可
 能です。天体のグリニッチ時角と赤緯を入力しますと、
 天体の計算高度、方位角を計算します。

LOP (Line of Position) computes the Azimuth and
 computed Altitude.

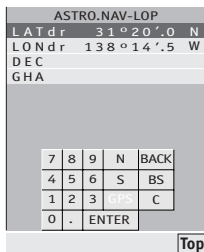
キー操作 Key Operation

表示 Display

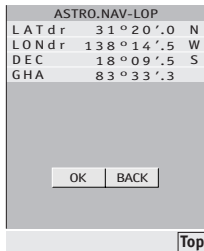
説明 Remarks

LOP

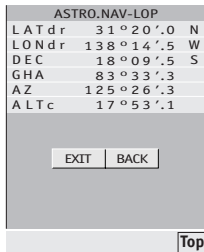
31.2 ENTER
 138.145 W ENTER



31.2 ENTER
 18.095 S ENTER
 83.333 ENTER



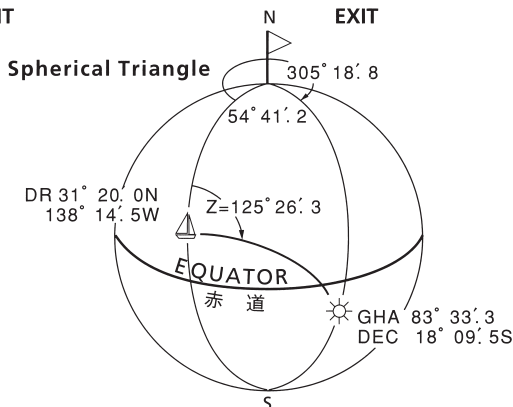
OK



推測緯度	31° 20' 0N	Estimated Lat.	31° 20' 0N
推測経度	138° 14' 5W	Estimated Long.	138° 14' 5W
赤緯	18° 09' 5S	Declination	18° 09' 5S
グリニッチ時角	83° 33' 3	GHA	83° 33' 3

方位角	125° 26' 3	Azimuth	125° 26' 3
計算高度	17° 53' 1	Computed Altitude	17° 53' 1

EXIT



EXIT

5) 船位決定の計算 Position Fix

天文航法には太陽、月、金星(Venus)、火星(Mars)、木星(Jupiter)、土星(Saturn)と63個の恒星が使われます。NC-2100Gには、これらの天体の天測暦データが2100年までプログラムされており、その位置を0.2以内の精度で計算します。

天文航法による船位決定の方法は、2本以上の位置の線(LOP)を得てその交点を船位とするものです。

もし3本のLOPが得られれば、その交点によって形づくられる三角形の内心を船位とします。

下図に示されたように4本、5本とLOPを得て、船位をより正確なものとすることができます。

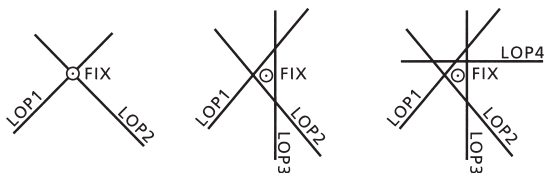


図 LOPによる船位決定

通常、各LOPの信頼度を吟味したうえで、海図上に作図して船位を求める方法が行われています。

NC-2100Gは最終的に船位を計算するだけでなく、作図に必要なLOPデータである修正差(Intercept)と、方位角(Azimuth)を表示し、作図画面で確認ができます。

LOPの信頼度から、船位決定の計算に採用するLOPを選択したり、修正差に調整を加えることもできます。

位置の線(LOP)の交角のとり方

2本または4本のLOPの交角は 90° になるよう天体観測するのが理想的です。

3本の場合は天体方位が 120° 間隔にある天体を観測し、LOPが 60° に交わるようにします。

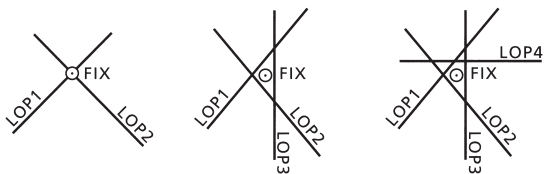
5本以上のLOPをとることもあります、その場合の船位は各々のLOPに一番近い点として計算されます。(最小自乗法)

5) Position Fix

The Sun, Moon, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, and 63 navigational stars are used for fixing position. The NC-2100G Nautical Almanac includes the Sun, Moon, the four planets and all fifty-seven selected stars listed in the daily pages of the conventional Nautical Almanac* and six other stars used by navigators. The programs are built into NC-2100G to compute the position of these heavenly bodies at every second. The NC-2100G Nautical Almanac is good through the year 2100 with an accuracy of better than 0.2.

* Nautical Almanac is issued every year by the Nautical Almanac Office, United States Naval Observatory, Washington, D.C. and Her Majesty's Nautical Almanac Office, London. It gives the position of the celestial bodies used for Astro-Navigation throughout the year.

In the theory of Astro-Navigation as explained at the outset, a ship's position can be determined only after at least two Lines of Position (LOP) are obtained. The intersection of the two LOP's called "Fix" is the ship's position. If three LOP's are given, the centroid of the triangle is computed as the fix. We may also take the fourth and fifth LOP and so forth to refine the Fix.



It is the customary navigation practice to plot Lines of Position on the chart or plotting sheet. Although the fix may be directly computed and displayed in digital form by NC-2100G, it is still useful to visualize the notion of Lines of Position to assess the quality of the fix. It is for this reason that NC-2100G displays plotting Lines of Position in the screen. Seasoned navigators know that the accuracy of each Line of Position depends on the exactness of the sight taken with the sextant. Navigators must judge each Line of Position, and try to use only those reliable lines in computing the fix.

サブメニュー画面で FIX を選択します。

推測緯度と経度は、「到着点の計算」での計算結果が表示されます。表示されるデータは、変更することも可能です。位置の線データの方位角、修正差をキー入力します。全ての位置の線の入力が終わりますと、位置の線の作図画面が表示されます。作図範囲は ▲▼ キーにより緯度差 2 度、1 度、30 分、15 分に拡大、縮小表示できます。さらに先へ進めると船位決定緯度、経度が表示されます。決定船位を転移するときは、DR を選んで求めます。

Note on Angles of LOP's

It should be noted that with two or four observations, the ideal is to have LOP's crossing at angles of 90°. With three observations, the ideal is angles of 60°. With three observations it is good practice to observe bodies differing in azimuth by 120°, as nearly as possible ; this provides lines of position crossing at angles of 60°. More than five observations may be made depending on the judgment of the navigator. Whatever the number of observations, common practice, backed by logic, is to take the center of the figure formed unless there is reason for deviating from this procedure. By "center" is meant the point representing the least total error of all lines considered reliable.

キー操作 Key Operation 表示 Display 説明 Remarks

FIX
31.203 ENTER
138.138 W ENTER

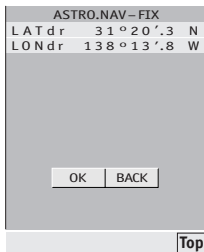


推測緯度 31° 20'. 3N
推測経度 138° 13'. 8W

DR Lat. 31° 20'. 3N
DR Long. 138° 13'. 8W

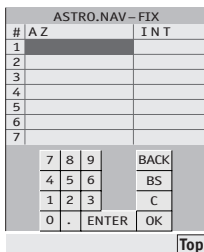
The DR position are displayed if they were computed by DR mode.

OK



推測緯度 31° 20'. 3N
推測経度 138° 13'. 8W

DR Lat. 31° 20'. 3N
DR Long. 138° 13'. 8W



番号	方位角	修正差	NO.	Azimuth	Intercept
1			1		

359.238 ENTER

ASTRO.NAV - FIX	
# AZ	INT
1	359° 23'.8
2	
3	
4	
5	
6	
7	

7	8	9	+	BACK
4	5	6	-	BS
1	2	3		C
0	.	ENTER		OK

Top

番号	方位角	修正差	NO.	Azimuth	Intercept
1	359° 23'. 8		1	359° 23'. 8	

2.9 ENTER

ASTRO.NAV - FIX	
# AZ	INT
1	359° 23'.8 + 2'.9
2	
3	
4	
5	
6	
7	

7	8	9		BACK
4	5	6		BS
1	2	3		C
0	.	ENTER		OK

Top

番号	方位角	修正差	NO.	Azimuth	Intercept
1	359° 23'. 8	+2'. 9	1	359° 23'. 8	+2'. 9

83.087 ENTER
- 14.9 ENTER

ASTRO.NAV - FIX	
# AZ	INT
1	359° 23'.8 + 2'.9
2	83° 08'.7 - 14'.9
3	
4	
5	
6	
7	

7	8	9		BACK
4	5	6		BS
1	2	3		C
0	.	ENTER		OK

Top

番号	方位角	修正差	NO.	Azimuth	Intercept
1	359° 23'. 8	+2'. 9	1	359° 23'. 8	+2'. 9
2	83° 08'. 7	-14'. 9	2	83° 08'. 7	-14'. 9

120.235 ENTER
- 16.6 ENTER
166.188 ENTER
- 0.8 ENTER

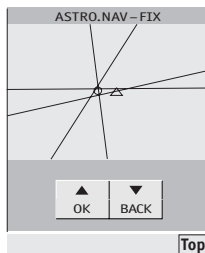
ASTRO.NAV - FIX	
# AZ	INT
1	359° 23'.8 + 2'.9
2	83° 08'.7 - 14'.9
3	120° 23'.5 - 16'.6
4	166° 18'.8 - 0'.8
5	
6	
7	

7	8	9		BACK
4	5	6		BS
1	2	3		C
0	.	ENTER		OK

Top

番号	方位角	修正差	NO.	Azimuth	Intercept
1	359° 23'. 8	+2'. 9	1	359° 23'. 8	+2'. 9
2	83° 08'. 7	-14'. 9	2	83° 08'. 7	-14'. 9
3	120° 23'. 5	-16'. 6	3	120° 23'. 5	-16'. 6
4	166° 18'. 8	-0'. 8	4	166° 18'. 8	-0'. 8

OK



BACK

ENTER ENTER
ENTER ENTER
C ENTER C ENTER

ASTRO.NAV - FIX	
# AZ	INT
1 359°23'.8	+ 2'.9
2 83°08'.7	- 14'.9
3	
4 166°18'.8	- 0'.8
5	
6	
7	

7	8	9	BACK
4	5	6	BS
1	2	3	C
0	.	ENTER	OK

Top

推測緯度 31° 20'. 3N
推測経度 138° 13'. 8W

DR Lat. 31° 20'. 3N
DR Long. 138° 13'. 8W

C キーでクリアー

C key to clear

OK

Top

最初の画面 : 2° (1×)

Original display : 2° (1×)

▲▼ キーを押すたびに倍率が変わる

Press ▲▼ Key

1回 : 1° (2×)

one time : 1° (2×)

2回 : 0° 30' (4×)

two times : 0° 30' (4×)

3回 : 0° 15' (8×)

three times : 0° 15' (8×)

▲ ▲ ▲

Top

OK

ASTRO.NAV - FIX	
LATdr	31°20'.3 N
LONdr	138°13'.8 W
LATf	31°20'.4 N
LONf	138°30'.7 W

DR	EXIT	BACK
----	------	------

Top

推測緯度 31° 20'. 3N
推測経度 138° 13'. 8W
決定緯度 31° 20'. 4N
決定経度 138° 30'. 7W

DR Lat. 31° 20'. 3N
DR Long. 138° 13'. 8W
Fix Lat. 31° 20'. 4N
Fix Long. 138° 30'. 7W

DR キーで決定位置を転移

DR To continue the computation of DR

DR

ASTRO.NAV - FIX	
LATd	31°20'.4 N
LONd	138°30'.7 W
CO	
DIST	

7	8	9	BACK
4	5	6	BS
1	2	3	C
0	.	ENTER	OK

Top

出発緯度 31° 20'. 4N
出発経度 138° 30'. 7W
針路
航程

Departure Lat. 31° 20'. 4N
Departure Long. 138° 30'. 7W
Course
Distance

60 ENTER
0.1225 ENTER

ASTRO.NAV-FIX	
LATd	31°20'.4 N
LONd	138°30'.7 W
CO	60°00'.0
DIST	0.1225

OK BACK

Top

針路 60°
航程 0.1225 マイル

Course 60°
Distance 0.1225 miles

OK

ASTRO.NAV-FIX	
LATd	31°20'.4 N
LONd	138°30'.7 W
CO	60°00'.0
DIST	0.1225
LATa	31°20'.5 N
LONa	138°30'.6 W

EXIT BACK

Top

到着緯度 31° 20'. 4N
到着経度 138° 30'. 5W

Arrival Lat. 31° 20'. 4N
Arrival Long. 138° 30'. 5W

EXIT キーでプログラム選択画面へ
BACK キーで最初の表示に戻る

Press **EXIT** key to return to the Main Menu.

Press **BACK** key to return to the initial display.

6) 正中時の計算 Meridian Passage

6) Meridian Passage (Fix by Noon Sight)

サブメニュー画面で MPS を選択します。
太陽の観測正中時刻、太陽の赤緯、均時差、子午線高度、
正中方位を入力しますと、正中時の決定位置を表示して
きます。

キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

MPS

21.4238 ENTER
22.584 S ENTER
-0.0342 ENTER
34.197 ENTER

観測正中時 21 : 42 : 38
太陽の赤緯 22° 58' .4S
グリニジ時角 -00 : 03 : 42
子午線高度 34° 19' .7
方位

GMT of Meridian Passage 21 : 42 : 38
Declination of the Sun 22° 58' .4S
Equation of Time -00 : 03 : 42
Noon Altitude 34° 19' .7
Azimuth

N キーで方位 北
S キーで方位 南

S

方位 南

South

OK キーで計算開始
BACK キーで再入力

Press OK key to start computation.
Press BACK key for re-entering data.

OK

決定緯度 32° 41' .9N
決定経度 144° 44' .0W

Fix Lat. 32° 41' .9N
Fix Long. 144° 44' .0W

EXIT キーでプログラム選択画面へ
BACK キーで再入力

Press EXIT key to return to the
Main Menu.
Press BACK key for re-entering data.

4. 六分儀 (SEXTANT)

均時差の応用

太陽の正中時観測による船位決定

太陽の正中時が観測できれば次のような考え方でその地点の緯度、経度を知ることができる。

経度：

地球は24時間で1回転(360°)するので、見かけ上太陽は、赤道上の速度で1分間に15マイル東から西へ移動し、グリニッチ子午線をGMT12時に横切る。この瞬間にグリニッチ子午線上では太陽がその日の最高高度に達し、太陽は真南または真北に観測される。このときが正中時である。もしもこのとき、観測者がグリニッチ子午線上(経度0°)にいないれば太陽の正中時は異なる時間に記録される。例えばGMT14hに太陽が正中したとすれば、この観測者の位置はグリニッチ子午線より2時間または弧度で30°西へ移動した経度線上にいるはずである。これが太陽の正中時から経度を知る方法である。ただし正確な経度を計算するためには均時差を考慮に入れる必要がある。

地球の自転は実際には全く一定速度ではなく、時間を計るには我々は便宜上これを一定とみなした平均太陽時を用いている。従って平均太陽時で記録された太陽の正中時は、必ずしも真太陽時の正中時ではない。このため、均時差=真太陽時-平均太陽時を加減しなければならない。

緯度：

太陽は正中時において最高高度に達するが、そのときの高度を六分儀で測定すれば次の規則により、そのときの観測者の緯度を計算することができる。

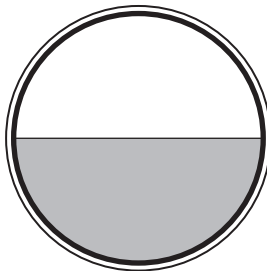
- (1) D.R. Latと太陽のdecのN/Sが異名のとき
 $Lat = (90^\circ - \text{真高度}) - \text{dec}$
- (2) D.R. Latと太陽のdecのN/Sが同名のとき
 - a) $Lat > \text{dec}$ なら $Lat = \text{dec} + (90^\circ - \text{真高度})$
 - b) $Lat < \text{dec}$ なら $Lat = \text{dec} - (90^\circ - \text{真高度})$

4. Sextant

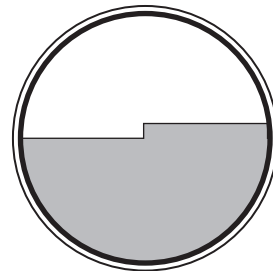
We can find our latitude and longitude at the same time if we measure the Sun's highest altitude of the day and record the time.

Longitude :

The Sun travels from east to west at an equatorial speed of 15 miles per minute. It crosses the Greenwich meridian at GMT 12 o'clock. At this moment on the Greenwich line the Sun has reached its highest altitude of the day, and we observe the Sun due South or North. This is called Meridian Passage. If we were not on the Greenwich line (longitude 0°) we would observe the Sun reach its highest altitude at a different time. For instance, if we observed the Sun's meridian passage at GMT 14 o'clock, we can judge from the Sun's speed that our longitude is two hours (or 30° of Arc) west of the Greenwich line. This is the basic principle of finding longitude by Sun's Meridian Passage, however, an adjustment, with Equation of Time, must be introduced to obtain our exact longitude because the earth's rotation is not truly at a constant speed. Since for convenience we use a fictitious constant Mean Sun as the basis for measurement of time the True Sun is not necessarily at the highest altitude at noon by the Mean Sun. Equation of time is the difference in time between the True Sun and the Mean Sun. It is computed by NC-2100G ALMANAC mode or found in the Nautical Almanac.



水平線が一直線に見える
Horizon in alignment



インデックスエラーがあると
水平線が段違いに見える
Horizon out of alignment
Index error present

(図A) インデックスエラー

プログラム選択画面で、プログラムキーSEXTANTを押すとメニュー画面になり、下記のプログラムを選択できます。

ALT. CORR (Altitude Corrections) : 測高度改正の計算

DST to OBJ (Distance to Object) : 物標までの距離

キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

SEXTANT



プログラム選択画面

Sextant Altitude corrections
Distance to object

六分儀の測得高度改正

天体の高度を天測した後に加えるべき改正の要素は、次にあげるものである。

- (1) インデックス誤差改正 (2) 眼高差改正
(3) 気差改正 (4) 視差改正 (5) 視半径改正
(6) 水温・気温差改正

(1) インデックス誤差

六分儀のインデックスアーム目盛を $0^{\circ} 00'. 0$ に合わせたとき、動鏡と水平鏡は完全に平行でなければならない。もし完全に平行でない場合は六分儀示度の誤差（インデックスエラー）が生じているので、その分だけ改正し測得高度としなければならない。

六分儀の目盛を $0^{\circ} 00'. 0$ にして水平線を見れば、インデックスエラーがある場合（左頁の図A）のように水平線が一直線に見えず二重になる。

マイクロメータードラムをゆっくりまわし、水平線が一直線になるように調整する。

このとき、目盛がどれだけ $0^{\circ} 00'. 0$ から離れているかを見れば改正値を得ることができる。 $0^{\circ} 00'. 0$ から右の方向へずれている場合は、インデックス改正値を六分儀示度に

(+) プラスする。

左の方向へずれている場合は (-) マイナスにする。

1) Sextant Altitude Corrections

After taking a sight of a celestial body we must make necessary corrections to the direct sextant reading to obtain the true altitude. The corrections to be made are (1) Index correction (2) Dip correction (3) Refraction correction (4) Semidiameter correction, and (5) Parallax correction.

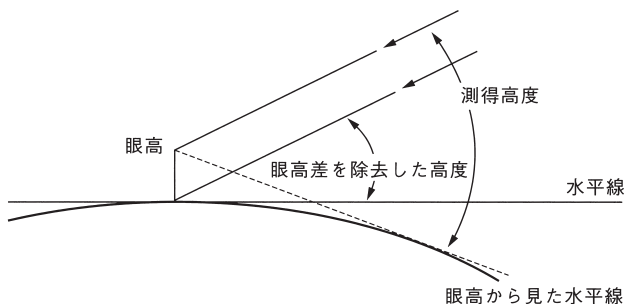
(1) Index correction

Index error is the error of the sextant itself. This error can be checked by looking at the horizon with the sextant with its reading set at $0^{\circ} 00'. 0$. If the reflected image of the horizon in the horizon mirror does not form a straight line with the directly viewed horizon through the clear part, an error exists caused by the lack of parallelism of the two mirrors. Then, move the index arm slowly until the horizon line is in alignment, and see how much the reading is off the "0". This amount should be added to or subtracted from the sextant reading depending on the direction of the error.

4. 六分儀 (SEXTANT)

(2) 眼高差

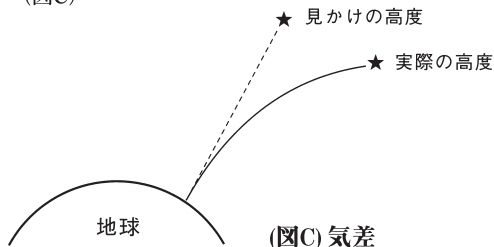
眼高差とは、観測者の目の位置が水平線より上にあるために生ずる（水平線上から測った場合との）測高度の差である。もしも水平線上に目を位置して測定することができるなら眼高差改正は不要である。（図B）



(図B) 眼高差

(3) 気差

気差とは、さまざまな密度の大気を通過してくるために生じる光の屈折によって起こる、見かけの高度と真の高度との差である。（図C）



(図C) 気差

NC-2100Gでは標準気温10℃、標準気圧1013.25 hPaとしてプログラムされている。ほとんどの場合この標準改正であるが、あきらかに気差の影響を受けやすい状況や、観測高度が10℃以下のような場合は、データを入れ直すことができる。

(4) 視差

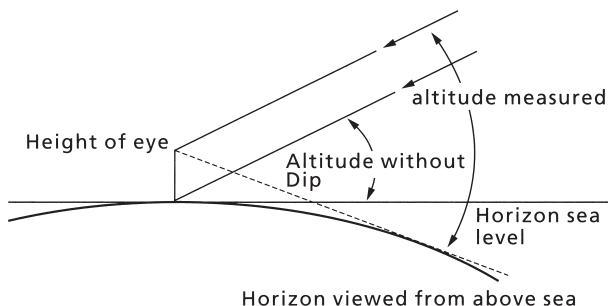
視差とは、地球の表面から測定された天体の見かけの高度と、地球の中心から測定した場合に得られるであろうその天体の真の高度との差である。（図D）

天文航法で必要なのは地球の中心から測定した場合の高度なので、視差を加えて調整する。

4. SEXTANT

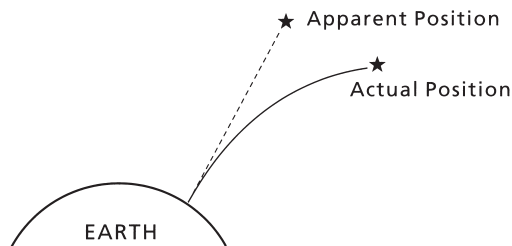
(2) Dip correction

Dip is the discrepancy in altitude reading due to the height of the observer's eye above sea level. If we could measure the altitude of a body with our eye at the sea water level this correction would not be necessary.



(3) Refraction correction

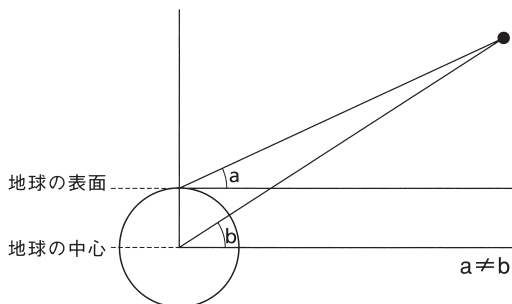
Refraction is the difference between the actual altitude and apparent altitude due to the bending of the light passing through media of varying densities.



(4) Parallax correction

Parallax is the difference in the apparent position of the body viewed from the surface of the earth and the center of the earth. While the angle must be measured from the center we can view the body only from the surface, and the difference must be adjusted.

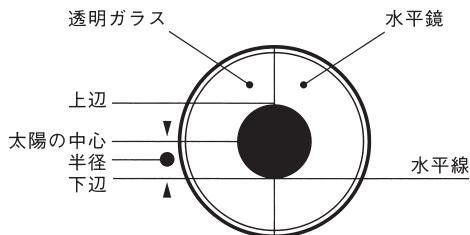
4. 六分儀 (SEXTANT)



(図D) 視差

(5) 視半径

太陽と月を天測する場合、その中心を決めて測ることはなかなか難しいので上辺または下辺を測るのが普通である。そして中心を測った場合との差（視半径）を測高度に加減する。（図E）



(図E) 視半径

NC-2100Gでは、太陽、月の視差改正(4)を視半径の改正(5)と組み合わせて、自動的に同時に計算される。

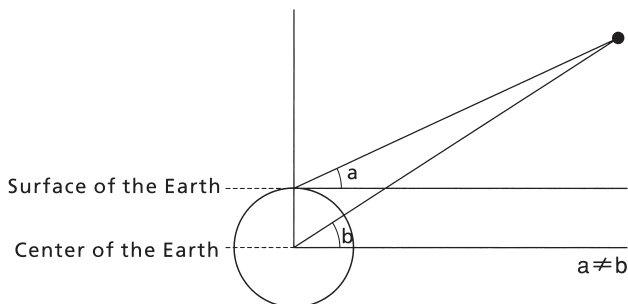
(6) 水温・気温差改正

水温と気温の差により六分儀の測高度が影響されると考えられる特殊な状況では、下記の表に従い改正を加える。

温度差 (°C)	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°
改正数	0:0	0:2	0:4	0:6	0:8	1:0	1:2	1:4	1:6	1:8	2:0	2:2	2:4	2:6	2:8
気温 > 水温ならば六分儀測高度に加 (+) 気温 < 水温ならば六分儀測高度より減 (-) 気温は目の高さによる温度															

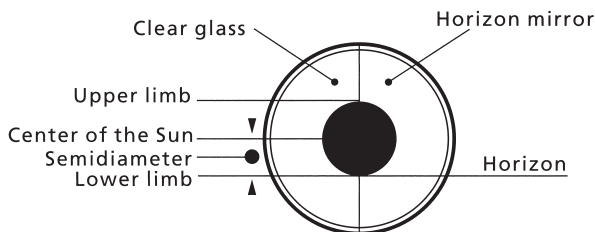
以上6項目の改正の内(1)インデックスエラーは、それぞれの器械を観測者がチェックして改正しなければならない。また、(6)水温・気温差改正は、必要に応じ観測者の判断で加減する。

4. SEXTANT



(5) Semidiameter correction

When measuring the altitude of the Sun or Moon by sextant it is customary to observe the upper or lower limb of the body because the center of the body cannot be easily judged. In this case the semidiameter of the disk of the body must be subtracted from or added to the measured angle .



1) 測高度改正の計算 Altitude Corrections

サブメニュー画面で ALT.CORR を選択します。
 六分儀の測得高度、眼高、気温、気圧を入力しますと、
 眼高差改正、気差改正の計算を行い観測高度を表示しま
 す。このとき、六分儀の測得高度は、あらかじめインデッ
 クスエラーを補正した数値を入力してください。
 眼高は1度入力しますと次回からは自動的に表示されます。
 眼高の入力で単位系 (m, ft) の指定ができます。
 気温、気圧は眼高の入力で指定された単位系の標準気温、
 気圧が表示されます。さらに、必要に応じ天体を指定し
 て視差改正、視半径改正の計算を行います。
 太陽の場合は視半径を、月・金星・火星の場合は地平視
 差を入力し、真の観測高度を求めます。

This correction is applied to the Sun, Moon, Venus and
 Jupiter. In NC-2100G the Sun's Parallax correction is made
 in combination with its semidiameter correction. On the
 other hand, the Moon's semidiameter correction is made
 together with its parallax correction.

It is easy to make the first Index correction mentally, but
 the other corrections are based on rather complex
 equations, and it is best to solve them by NC-2100G programs.

キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

ALT. CORR

SEXTANT - ALT.CORR

ALTs	
HGT e	0 ft
TMP	50 °F
PRS	29.92 in

7 8 9 BACK
4 5 6 BS
1 2 3 C
0 . ENTER

Top

六分儀高度
 眼高 0 ft
 気温 50° F
 気圧 29.92 in

Sextant Altitude (Index error corrected)
 Eye level 0 ft
 Temperature 50°
 Air Pressure 29.92 in

38.301 ENTER

SEXTANT - ALT.CORR

ALTs	38° 30'.1
HGT e	0 ft
TMP	50 °F
PRS	29.92 in

CHG UNIT

7 8 9 BACK
4 5 6 BS
1 2 3 C
0 . ENTER

Top

六分儀高度 38° 30'.1
 (インデックスエラー改正値)

Sextant Altitude 38° 30'.1
 (Index error corrected)

CHG UNIT

SEXTANT - ALT.CORR

ALTs	38° 30'.1
HGT e	0 m
TMP	10 °C
PRS	1013.25 hPa

CHG UNIT

7 8 9 BACK
4 5 6 BS
1 2 3 C
0 . ENTER

Top

CHG UNIT キーで単位系変更

眼高 0 m
 気温 10° C
 気圧 1013.25 hPa

Press **CHG UNIT** to change the unit of
 measurement from metric system to
 English system.

Eye level 0 m
 Temperature 10° C
 Air Pressure 1013.25 hPa

**3 ENTER
ENTER
ENTER**

SEXTANT - ALT.CORR	
ALTs	38° 30' .1
HGT _e	3 m
TMP	10 °C
PRS	1013 . 25 hPa
OK BACK	
Top	

眼高 3m
気温 10° C
気圧 1013 . 25 hPa

Eye level 3m
Temperature 10° C
Air Pressure 1013 . 25 hPa

OK キーで計算開始
BACK キーで再入力

Press **OK** key to start computation.
Press **BACK** key for re-entering data.

OK

SEXTANT - ALT.CORR	
ALTs	38° 30' .1
HGT _e	3 m
TMP	10 °C
PRS	1013 . 25 hPa
ALTa	38° 27' .0
ALTo	38° 25' .8
C.BODY EXIT BACK	
Top	

視高度 38° 27' . 0
観測高度 38° 25' . 8

Apparent Altitude 38° 27' . 0
(Corrected by eye level)
Observed Altitude 38° 25' . 8

C.BODY キーで天体選択
EXIT キーでプログラム選択画面へ
BACK キーで引き続き計算

Press **C.BODY** key to Select Celestial body
Press **EXIT** key to return to the Main Menu.
Press **BACK** key for re-computation.

C.BODY

SEXTANT - ALT.CORR	
ALTo	38° 25' .8
CB	
LL Sun	
UL Sun	
LL Moon	
UL Moon	
Planet	
Top	

LL SUN キーで太陽下辺指定
UL SUN キーで太陽上辺指定
LL Moon キーで月下辺指定
UL Moon キーで月上辺指定
Planet キーで天体指定

Press **LL SUN** to select Lower Limb of the Sun.
Press **UL SUN** to select Upper Limb of the Sun.
Press **LL Moon** to select Lower Limb of the Moon.
Press **UL Moon** to select Upper Limb of the Moon.
Press **Planet** key to select planet.

LL SUN

SEXTANT - ALT.CORR	
ALTo	38° 25' .8
CB	LL Sun
SD	
7 8 9 BACK	
4 5 6 BS	
1 2 3 C	
0 . ENTER	
Top	

LL SUN キーで太陽下辺指定
太陽下辺
視半径

Lower limb of the Sun
Radius

0.161 ENTER

SEXTANT - ALT.CORR	
ALTo	38° 25' .8
CB	LL Sun
SD	0° 16' .1
OK BACK	
Top	

視半径 0° 16' . 1

Radius 0° 16' . 1

OK

SEXTANT - ALT.CORR	
ALT _o	38° 25'.8
CB	LL Sun
SD	0° 16'.1
ALT _t	38° 42'.0
EXIT BACK	
Top	

真高度 38° 42'. 0

True Altitude 38° 42'. 0

EXIT キーでプログラム選択画面へ

Press EXIT key to return to the Main Menu.

BACK キーで再計算

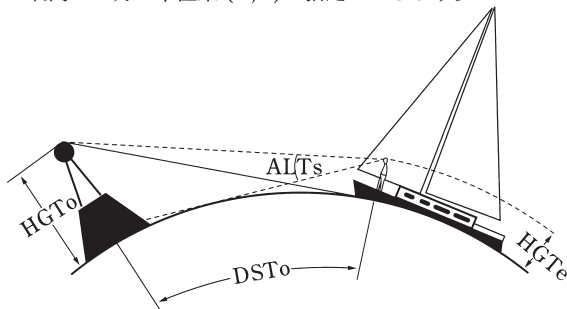
Press BACK key for re-computation.

2) 物標までの距離 Distance to Object

サブメニュー画面で DSTtoOBJ を選択します。
 六分儀の測得高度、眼高、物標の高さを入力しますと、
 物標までの距離を表示します。
 眼高は1度入力しますと次回からは自動的に表示されます。
 眼高の入力で単位系 (m, ft) の指定ができます。

2) Distance to Object

The marine sextant may be used to measure the vertical angle subtended by the height of an object. Distance to the object is then computed by the equation shown in the Figure on page 60, which is programmed in this mode.



例：高度1000メートルの山を六分儀で測定したところ、
 測角度が0° 35'. 2であった。
 眼高は3メートルである。この山までの距離を計算せよ。

DSTtoOBJ

SEXTANT - DSTtoOBJ	
ALT _s	
HGT _e	3 m
HGT _o	
7 8 9	BACK
4 5 6	BS
1 2 3	C
0 . ENTER	
Top	

六分儀高度
 眼高
 物標の高さ

Sextant Altitude
 Eye level
 Height of the object

0.352 ENTER
ENTER
1000 ENTER

```

SEXTANT - DSTtoOBJ
ALTs  0° 35' .2
HGTe  3m
HGTo  1000m

OK  BACK
    
```

六分儀高度 0° 35' .2
眼高 3m
物標の高さ 1000m

Sextant Altitude 0° 35' .2
Eye level 3m
Height of the object 1000m

OK

OK キーで計算開始
BACK で再入力

Press **OK** key to start computation.
Press **BACK** key for re-entering data.

```

SEXTANT - DSTtoOBJ
ALTs  0° 35' .2
HGTe  3m
HGTo  1000m
DSTo  38.3

EXIT  BACK
    
```

物標までの距離 38.3 マイル

Distance to the object 38.3 miles

EXIT キーでプログラム選択画面へ
BACK キーで再計算

Press **EXIT** key to return to the Main Menu.
Press **BACK** key for re-computation.

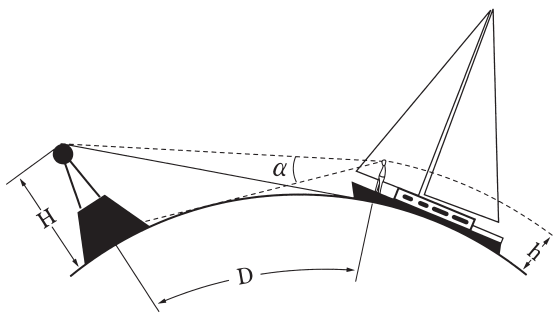
Select meters or feet by **CHG UNIT** key before entering the data. The answer is always given in nautical miles. Note that α (dip corrected angle) is automatically computed, if we enter sextant altitude and eye level. Needless to say, any index error, (the error of sextant itself) must be corrected before entering altitude.

Example :

$$D = \sqrt{\left(\frac{\tan \alpha}{0.000246}\right)^2 + \frac{H - h}{0.74736}} - \frac{\tan \alpha}{0.000246}$$

Where

- D = distance to object in nautical miles
- H = height of object beyond horizon in feet
- h = Observer's eye level in feet above sea level
- α = dip corrected sextant vertical angle
(Dip is $-0'.98\sqrt{h}$ in feet)



5. 四則計算と時変換

5. Time and Calculations

1) 時間計算と弧度換算 Time computation

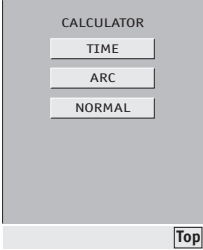
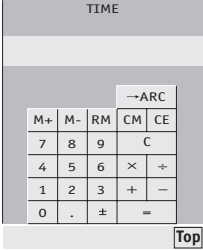
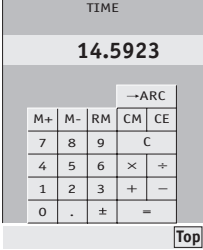
1) Time computation

プログラム選択画面で、**CALCULATOR**キーを押しますとサブメニュー画面になり、さらに**TIME**キーを押しますと時間の計算モードになります。→**ARC** キーを押しますと表示されている時間を弧度に変換できます。以降、角度の計算モードになります。

時間の計算モードでは、加減算の被演算数と演算数、また乗除算の被演算数は時間として処理されます。乗除算の演算数は通常の10進数として処理されます。

時間と弧度の関係は

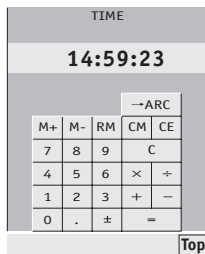
$$360^\circ = 24 \text{ h}$$

キー操作 Key Operation	表示 Display	説明 Remarks
CALCULATOR		プログラム選択画面
TIME		時間の計算
14.5923		TIME mode

TIME mode allows computation in hours, minutes, and seconds.

ARC mode allows computation in degrees, minutes, and one-tenth of a minute.

+

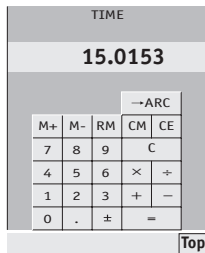


+

14h 59m 23s

14h 59m 23s

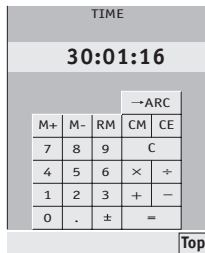
15.0153



14h 59m 23s + 15h 01m 53s

14h 59m 23s + 15h 01m 53s

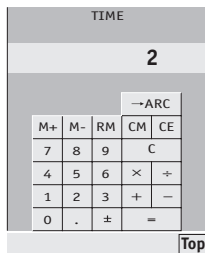
÷



14h 59m 23s + 15h 01m 53s
= 30h 01m 16s

14h 59m 23s + 15h 01m 53s
= 30h 01m 16s

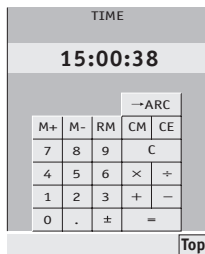
2



30h 01m 16s ÷ 2

30h 01m 16s ÷ 2

=



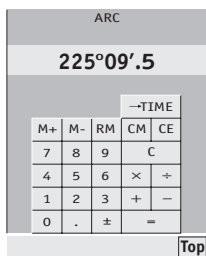
30h 01m 16s ÷ 2
= 15h 00m 38s

→ARC キーで弧度に換算

30h 01m 16s ÷ 2
= 15h 00m 38s

Press →ARC key to convert to arc.

→ARC



角度の計算

ARC mode

15h 00m 38s → 225° 09'. 5

15h 00m 38s → 225° 09'. 5

2) 角度計算と時間換算 Arc computation

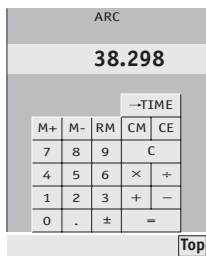
2) Arc computation

サブメニュー画面で、**ARC**を押しますと角度の計算モードになり、**→TIME**キーを押しますと表示されている弧度を時間に変換できます。以降、時間の計算モードになります。角度の計算モードでは、加減算の被演算数と演算数、また乗除算の被演算数は角度として処理されます。乗除算の演算数は通常の10進数として処理されます。弧度と時間の関係は

$$24 \text{ h} = 360^\circ$$

ARC

38.298

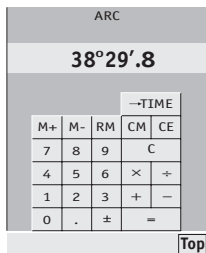


角度の計算

ARC function for computation of angles.

+

+



38° 29'. 8

38° 29'. 8

39.488

ARC

39.488

--TIME				
M+	M-	RM	CM	CE
7	8	9	C	
4	5	6	×	÷
1	2	3	+	-
0	.	±	=	

Top

÷

÷

÷

ARC

78°18'.6

--TIME				
M+	M-	RM	CM	CE
7	8	9	C	
4	5	6	×	÷
1	2	3	+	-
0	.	±	=	

Top

$$38^{\circ} 29'.8 + 39^{\circ} 48'.8 = 78^{\circ} 18'.6$$

$$38^{\circ} 29'.8 + 39^{\circ} 48'.8 = 78^{\circ} 18'.6$$

2

$$78^{\circ} 18'.6 \div 2$$

$$78^{\circ} 18'.6 \div 2$$

ARC

2

--TIME				
M+	M-	RM	CM	CE
7	8	9	C	
4	5	6	×	÷
1	2	3	+	-
0	.	±	=	

Top

=

=

=

ARC

39°09'.3

--TIME				
M+	M-	RM	CM	CE
7	8	9	C	
4	5	6	×	÷
1	2	3	+	-
0	.	±	=	

Top

$$78^{\circ} 18'.6 \div 2 = 39^{\circ} 09'.3$$

→TIME キーで時間に換算

$$78^{\circ} 18'.6 \div 2 = 39^{\circ} 09'.3$$

Press →TIME key to convert to time.

→TIME

時間の計算

Computation of time.

TIME

02:36:37

--ARC				
M+	M-	RM	CM	CE
7	8	9	C	
4	5	6	×	÷
1	2	3	+	-
0	.	±	=	

Top

$$39^{\circ} 09'.3 \rightarrow 2\text{h } 36\text{m } 37\text{s}$$

$$39^{\circ} 09'.3 \rightarrow 2\text{h } 36\text{m } 37\text{s}$$

5. 四則計算と時変換 (TIME Calculations)

5. Time Calculations

3) 時分秒変換 → HMS

3) To HMS (Hour, Minute, Second)

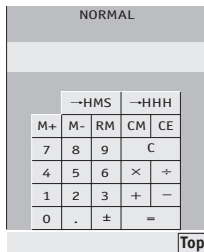
サブメニュー画面で、**NORMAL** を押しますと通常の四則計算モードになり、**→HMS** キーを押しますと表示されている10進時を60進時に変換できます。

キー操作 Key Operation

表示 Display

説明 Remarks

NORMAL

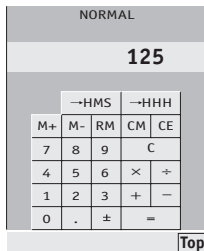


四則計算

→HMS キーで60進時に換算
→HHH キーで10進時に換算

Press →HMS key to convert to display in HMS.
Press →HHH key to convert to display in HHH.

125

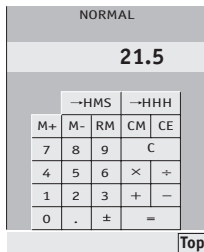


走行距離 125 マイル

Distance travelled 125 miles

÷

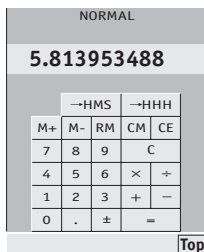
21.5



速力 21.5 ノット

Speed 21.5 knot

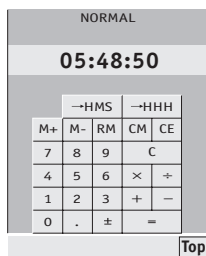
=



走行時間 5.813953488 時間

Time travelled 5.813953488 hours

→HMS



→HMS キーで60進時に換算

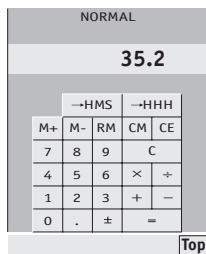
4) 時分秒変換 → HHH

4) To HHH (Hour)

サブメニュー画面で、**NORMAL**を押しますと通常の四則計算モードになり、**→HHH** キーを押しますと、表示されている60進時を10進時に変換できます。

NORMAL

35.2

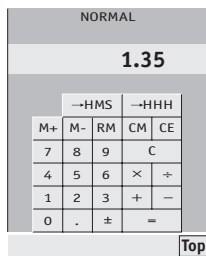


走行距離 35.2 マイル

Distance travelled 35.2 miles

÷

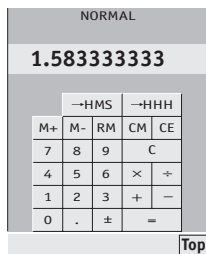
1.35



走行時間 1時間 35分

Time travelled 1 hour 35 minutes

→HHH



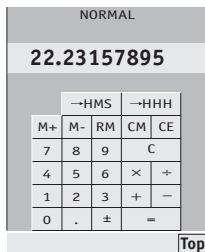
→HHH キーで10進時に換算

走行時間 1.58333333 時間

Press →HHH key to convert to display in HHH.

Time travelled 1.58333333 hours

=



速力 22.23157895 ノット

Speed 22.23157895 knot

5) 四則計算

サブメニュー画面で、**NORMAL** を押すと通常の四則計算モードになります。

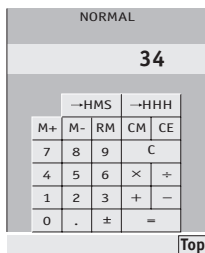
5) Normal Computations (Four Rules of Arithmetic Computations)

NORMAL

12

+

34



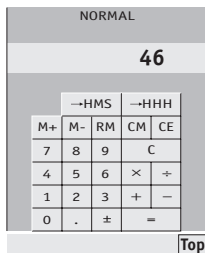
四則計算

12 + 34

Four Rules of Arithmetic Computation

12 + 34

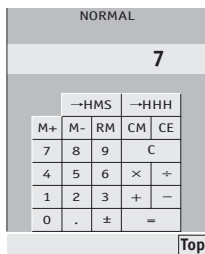
=



12 + 34 = 46

12 + 34 = 46

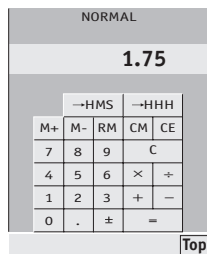
7



7 ÷

7 ÷

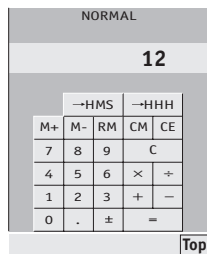
\div
4
=



$7 \div 4 = 1.75$

$7 \div 4 = 1.75$

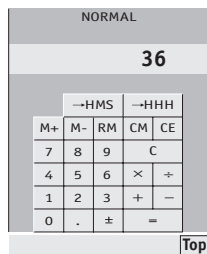
12
×



$12 \times$

$12 \times$

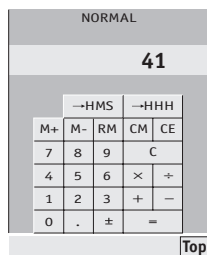
3
+



$12 \times 3 +$

$12 \times 3 +$

5
=



$12 \times 3 + 5 = 41$

$12 \times 3 + 5 = 41$

34
+

NORMAL					
34					
--HMS			--HHH		
M+	M-	RM	CM	CE	
7	8	9	C		
4	5	6	×	÷	
1	2	3	+	-	
0	.	±	=		

Top

定数計算 Constant Computation

34+ 34+

57

NORMAL					
57					
--HMS			--HHH		
M+	M-	RM	CM	CE	
7	8	9	C		
4	5	6	×	÷	
1	2	3	+	-	
0	.	±	=		

Top

34+ 57 34+ 57

=

NORMAL					
91					
--HMS			--HHH		
M+	M-	RM	CM	CE	
7	8	9	C		
4	5	6	×	÷	
1	2	3	+	-	
0	.	±	=		

Top

34+ 57 = 91 34+ 57 = 91

45

NORMAL					
45					
--HMS			--HHH		
M+	M-	RM	CM	CE	
7	8	9	C		
4	5	6	×	÷	
1	2	3	+	-	
0	.	±	=		

Top

45+ 57 45+ 57

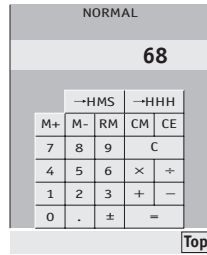
=

NORMAL					
102					
--HMS			--HHH		
M+	M-	RM	CM	CE	
7	8	9	C		
4	5	6	×	÷	
1	2	3	+	-	
0	.	±	=		

Top

45+ 57 = 102 45+ 57 = 102

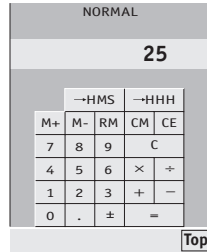
68
÷



68 ÷

68 ÷

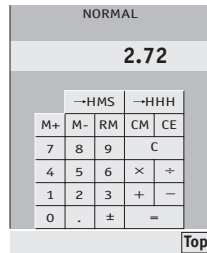
25



68 ÷ 25

68 ÷ 25

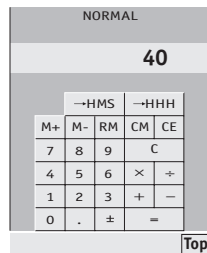
=



68 ÷ 25 = 2.72

68 ÷ 25 = 2.72

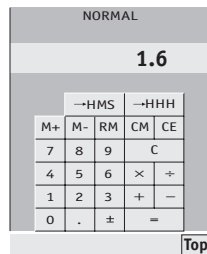
40



40 ÷

40 ÷

=



40 ÷ 25 = 1.6

40 ÷ 25 = 1.6

演算数が定数になります

Computed value becomes the constant.

25
×
5
M+

NORMAL					
125					
--HMS			--HHH		
M+	M-	RM	CM	CE	
7	8	9	C		
4	5	6	×	÷	
1	2	3	+	-	
0	.	±	=		
M Top					

メモリー計算
25×5=125
Computation of memory
25×5=125

84
÷
3
M-

NORMAL					
28					
--HMS			--HHH		
M+	M-	RM	CM	CE	
7	8	9	C		
4	5	6	×	÷	
1	2	3	+	-	
0	.	±	=		
M Top					

メモリーシンボル
-(84÷3=28)
Memory symbol
-(84÷3=28)

68
+
17
M+

NORMAL					
85					
--HMS			--HHH		
M+	M-	RM	CM	CE	
7	8	9	C		
4	5	6	×	÷	
1	2	3	+	-	
0	.	±	=		
M Top					

68+17=85
68+17=85

RM

NORMAL					
182					
--HMS			--HHH		
M+	M-	RM	CM	CE	
7	8	9	C		
4	5	6	×	÷	
1	2	3	+	-	
0	.	±	=		
M Top					

125-28+85=182
125-28+85=182



6. 航程線航法の計算方法

NC-2100Gは、「針路、航程の計算」および「到着点の計算」で、地球を全て回転楕円体とした計算式で計算しています。以前のNC-2, NC-77, NC-88による航程線航法の計算では、漸長緯度を求めるとき、回転楕円体としての地球の離心率を用いて処理しているだけで、実際の地球形状を正しく反映していませんでした。また、針路が90°か270°になったときには計算できず、その場合地球を真球として距等圏航法で計算していました。そのため距等圏近くの計算結果に、連続性のない欠点がありました。NC-99以降NC-2100Gまでは、緯度の代わりに子午線弧長を用い、距等圏の場合は距等圏の円周を計算し航程および到着経度を求めますので、実際の地球形状に基づく高い精度が得られます。距等圏近くも連続性のある計算結果が得られます。ただし、子午線弧長および距等圏の円周を求めるときの単位を、NC-99は1海里1852mとして、NC-2100Gは赤道上の1海里としています。

※注意 赤道を横切り南北に航程を求めた場合、大圏距離よりも短い結果が得られます。

なお、計算に用いた定数はIAU(1976)によるもので
離心率 e : 0.0818192

以下に計算式と計算結果の差を示します。

距等圏航法 (Parallel sailing)

記号 L : 緯度 (Latitude)
DLo : 経差 (Difference of longitude)
p : 航程 (Departure)
e : 離心率 (Eccentricity)

「針路、航程の計算CD」 *Course and Distance computation*

航程 Departure

$$p = \frac{DLo \times \cos L}{\sqrt{1 - e^2 \times \sin^2 L}}$$

従来との差

出発 Departure		到着 Arrival		針路 Course	NC-2100G	NC-77	差 Difference
緯度 Latitude	経度 Longitude	緯度 Latitude	経度 Longitude		航程 Distance	航程 Distance	
0° 00′. 0N	0° 00′. 0E	0° 00′. 0N	10° 00′. 0E	90° 00′. 0	600.0	600.0	0
30° 00′. 0N	0° 00′. 0E	30° 00′. 0N	10° 00′. 0E	90° 00′. 0	520.1	519.6	+ 0.5
60° 00′. 0N	0° 00′. 0E	60° 00′. 0N	10° 00′. 0E	90° 00′. 0	300.8	300.0	+ 0.8
49° 30′. 0N	0° 00′. 0E	49° 30′. 7N	3° 30′. 0E	90° 00′. 0	136.6	136.4	+ 0.2

6. Computations of CD and DR

In the computation of Mercator Sailing by the NC-2100G, the length of meridian arc is used instead of latitude to guarantee the utmost accuracy. In the computation of Parallel Sailing, the circumference is used and then arrival longitude and distance are computed.

The unit of one minute of the equator is applied for the length of meridian arc and the circumference instead of 1,852 meters of the NC-99.

The following is applied by IAU(1976)

Eccentricity e : 0.0818192

「到着点の計算DR」 **DR Computation**

$$\text{DL}_0 = \frac{\text{経差} \times \sqrt{1 - e^2 \times \sin^2 L}}{\cos L}$$

従来との差

出発 Departure		緯度 Latitude	経度 Longitude	針路 Course	航程 Distance	緯度 Latitude	NC-2100E	NC-77
緯度 Latitude	経度 Longitude						経度 Longitude	差 Difference
0° 00' 0N	0° 00' 0E	90° 00' 0	600.0	10° 00' 0E	10° 00' 0E	0		
30° 00' 0N	0° 00' 0E	90° 00' 0	519.6	9° 59' 5E	10° 00' 0E	- 0.5		
60° 00' 0N	0° 00' 0E	90° 00' 0	300.0	9° 58' 5E	10° 00' 0E	- 1.5		
38° 15' 0S	0° 00' 0E	270° 00' 0	215.5	4° 34' 1W	4° 34' 4W	- 0.3		

航程線航法 (Mercator Sailing)

記号	L ₁ : 出発緯度 (Latitude of point of departure)	l	: 緯差 (Difference of latitude)
	λ ₁ : 出発経度 (Longitude of point of departure)	DL ₀	: 経差 (Difference of longitude)
	L ₂ : 到着緯度 (Latitude of point of arrival)	m	: 漸長緯度差 (Meridional difference)
	λ ₂ : 到着経度 (Longitude of point of arrival)	M	: 漸長緯度 (Meridional parts)
	C : 針路 (Course)	e	: 離心率 (Eccentricity)
	D : 航程 (Distance)	s	: 子午線弧長差 (Difference of meridian length)
		S	: 子午線弧長 (Length of meridian arc)

「針路、航程の計算CD」 **Course and Distance computation**

針路 (Course : C)

$$\tan C = \frac{\text{DL}_0}{m}$$

ただし

$$m = M_2 - M_1$$

$$M_i = \log_e \tan \left(45 + \frac{L_i}{2} \right) - \left(e^2 \times \sin L_i + \frac{e^4}{3} \sin^3 L_i \right)$$

航程 (Distance : D)

$$D = \frac{s}{\cos C}$$

ただし

$$s = S_2 - S_1$$

$$S_i = 59.89945789 \times (L_i - 0.28863648 \times \sin L_i \times \cos L_i + 0.00030293 \times \sin 2L_i \times \cos 2L_i)$$

従来との差

出発 Departure		到着 Arrival		針路 Course	NC-2100G	NC-77	差 Difference
緯度 Latitude	経度 Longitude	緯度 Latitude	経度 Longitude		航程 Distance	航程 Distance	
0° 00' 0N	0° 00' 0E	10° 00' 0N	0° 00' 0E	0° 00' 0	596.0	600.0	- 4.0
30° 00' 0N	0° 00' 0E	40° 00' 0N	0° 00' 0E	0° 00' 0	598.0	600.0	- 2.0
60° 00' 0N	0° 00' 0E	70° 00' 0N	0° 00' 0E	0° 00' 0	600.9	600.0	+ 0.9
32° 14' 7N	66° 28' 9W	36° 58' 7N	75° 42' 2W	301° 50' 8	536.4	538.2	- 1.8

[到着点の計算DR] **DR Computation**

到着緯度 (Latitude of point of arrival : L)

$$s' = D \times \cos C$$

$$S_2' = S_1 \times s'$$

$$L_2' = \frac{S_2'}{59.89945789}$$

$$L_2 = L_2' + 0.28863648 \times \sin L_2' \times \cos L_2' \\ - 0.00030293 \times \sin 2L_2' \times \cos 2L_2')$$

到着経度 (Longitude of point of arrival : λ)

$$DLo = m \times \tan C$$

ただし

$$m = M_2 - M_1$$

$$M_i = \log_e \tan \left(45 + \frac{L_i}{2} \right) - \left(e^2 \times \sin L_i + \frac{e^4}{3} \sin^3 L_i \right)$$

$$\lambda_2 = \lambda_1 - DLo$$

従来との差

出発 Departure		針路 Course	航程 Distance	NC-2100G	NC-77	差 Difference
緯度 Latitude	経度 Longitude			緯度/経度 Lat. / Long.	緯度/経度 Lat. / Long.	
0° 00' 0N	0° 00' 0E	0° 00' 0	600.0	10° 04' 0N 0° 00' 0E	10° 00' 0N 0° 00' 0E	+ 4.0 0
30° 00' 0N	0° 00' 0E	0° 00' 0	600.0	40° 02' 0N 0° 00' 0E	40° 00' 0N 0° 00' 0E	+ 2.0 0
60° 00' 0N	0° 00' 0E	0° 00' 0	600.0	69° 59' 1N 0° 00' 0E	70° 00' 0N 0° 00' 0E	- 0.9 0
75° 31' 7N	79° 08' 7W	155° 00' 0	263.5	71° 33' 5N 72° 34' 9W	71° 32' 9N 72° 34' 1W	+ 0.6 + 0.8

それぞれの最後の例は AMERICAN PRACTICAL NAVIGATOR に記載されています。

1) 天文航法の原理 Principle of Astro-Navigation

2点の位置までの距離が測定できた場合、自船の位置を決定することができる。自船からA燈台までが6マイル、B燈台までが8マイルと測定されれば、海図上でA点を中心に6マイル半径、B点を中心に8マイル半径の円弧を描けば、両円の交点が船の位置である。これが「位置の圏」による船位の決定方法である。

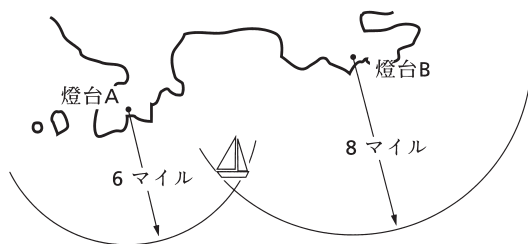


図1 2点からの距離による船位決定

「天文航法」では、この「位置の圏」の方法を使って船位を決定する。従って位置を知ることのできる二つの既知の点が必要である。この目的のために前例の燈台の代わりに天体(太陽・月・恒星・惑星)を使う。これらの天体は、天空に存在するものであるが、船位決定の指標として使うために位置を地球上の座標で表さねばならない。すなわち、ある天体と地球の中心を結んだ直線が、地球の表面と接する点をその天体の地球上の位置 (Geographical Position 略してG.P.)といい、これを既知の点として利用する。

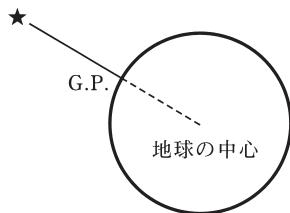


図2 天体のG.P.

1) Principle of Astro-Navigation

When we know the distance between two points, the positions of which are already known, we can determine our ship's position. Suppose the distance from our ship is 6 miles to Lighthouse A and 8 miles to Lighthouse B. Draw a circle with a radius of 6 miles and A as center.

This is called a Position Circle because our ship must be somewhere on it. Now, draw another position circle with a radius of 8 miles and B as center. Obviously, the intersection of the two position circles is our ship's position. See Fig.1.

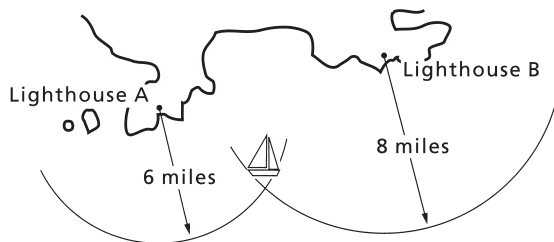


Fig. 1 Finding Ship's Position by Measuring Distance

In astro-navigation, the position circle method, which is the same principle, is used to determine the ship's position. Therefore, we must always have at least two known points, and instead of lighthouses we use celestial bodies; the Sun, Moon, planets and stars. Then, how do we know the position of any of these celestial bodies?

We will express their position in terms of their Geographical Position (GP). GP is the point where a line, drawn from center of the celestial body to the center of the earth, would touch the earth's surface. In other words, if a star fell down directly toward the center of the earth, the spot that it would hit on the earth's surface is its GP, and at this point we would see the star directly overhead.

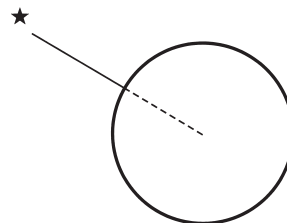


Fig. 2 GP of a celestial body

G.P.は言い換えればその天体が地球の中心に向かって落ちてきたとしたら、そこにぶつかるであろう落下地点と考えても良い。G.P.がわかれば次に必要なのは、G.P.から船までの距離である。距離を知るためには、その天体の仰角を測ればよい。例えば、ある星を40度の角度に測定したとすれば、計算によりその船の位置はその星のG.P.から3000マイルの距離にあることがわかる。〔天体のG.P.から船までの距離は(90°-測高度)×60マイルである。〕

従ってこの星のG.P.を中心として3000マイル半径の円を描けば地球上に一つの輪ができる。これが「位置の圏」であり、船はこの圏上にはいるはずである。

同様にもう一つの天体を測定し、もう一本の位置の圏を得れば、その二つの位置の圏の交点が船の位置である。

以上が天文航海の原理であるが、実際には海図上に何千マイルもの半径の円を描くことなどは不可能であるから、次章に説明するような方法で位置の圏の必要な部分のみを得て「位置の線」として直線で表す方法をとっている。

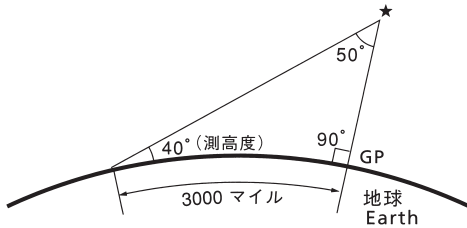


図3 天体のG.P.からの距離
Fig. 3 Distance from ship to GP of star

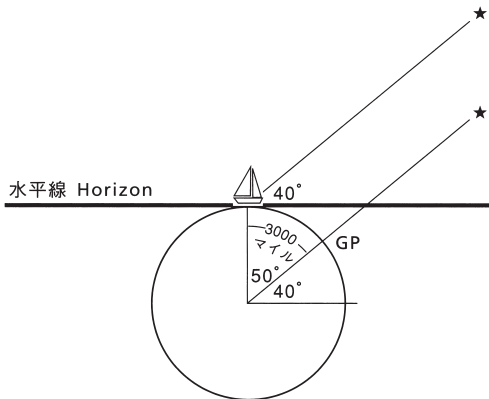


図4 天体のG.P.からの距離 (理論的に正確な図解)
Fig. 4 Position Circle

The next thing we must know is the distance from our ship to the GP. It can be determined by measuring the altitude of the celestial body above the horizon. For instance, if we observed a star at the altitude of 40 degrees, we can figure out the distance to its GP as 3,000 miles by computation.

[The distance from our ship to the GP of a celestial body = (90° - altitude) × 60 miles] .

See Fig.3, and supplementary note on page 39.

Now, if we drew a position circle with a radius of 3,000 miles and the GP as center, our ship must be somewhere on it. See Fig.4.

By drawing another position circle with another celestial body whose GP and distance are known, we can determine our ship's position at their intersection.

Since it is not feasible, in practice, to draw a 3,000 miles radius position circle on a chart, only a necessary part of it is drawn as a straight line in the manner explained in Chapter IV. This is called Position Line or Line of Position. See Fig.5.

The principle of modern Astro-Navigation is as simple as this

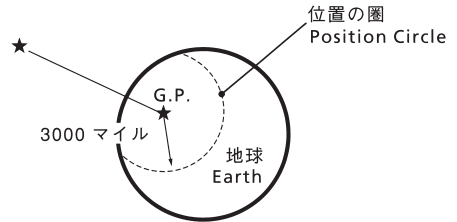


図5 位置の圏
Fig. 4 Position Circle

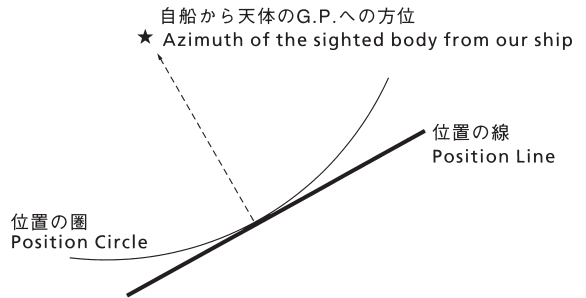


図6 位置の圏と位置の線
Fig. 5 Position Circle and Position Line

2) 天文航法の実際 2) Basic Steps and Tools for Astro-Navigation

※天文航法で船位を決定するには、この図に示されているように大別して三つの手順をふめばよい。

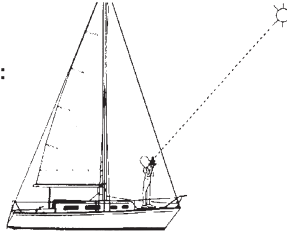
It takes some steps and tools to determine our ship's position by Astro-Navigation as summarized in Fig.6.

1) 六分儀による天測

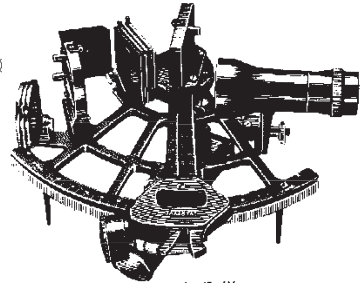
自船の位置において太陽・月・惑星または恒星の水平線上の仰角を測定する。
このとき正確な観測時刻を記録しておく。

1. TAKING SIGHT WITH A SEXTANT:

Measure the altitude of the celestial body (Sun, Moon, planet or star) above the horizon at your position.
Record the exact Greenwich Mean Time (GMT) of the sight.



道具：TOOLS:

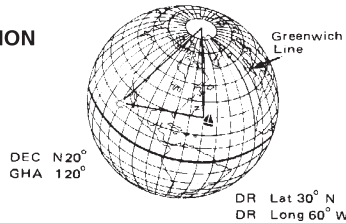
六分儀
Sextant時計
Quartz Watch

2) 天体のG.P.：グリニッチ時角GHAと赤緯decを求める

ステップ1)で観測した天体の、その時刻における地球上の位置G.P.を求めることである。
G.P.はその天体の真下の地球上の点であり、経度に相当するGHAと緯度に相当するdecをもって表される。

2. FINDING GEOGRAPHICAL POSITION (GP) OF THE SIGHTED BODY:

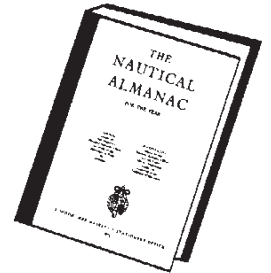
The GP is the point on the earth directly beneath the celestial body, and it is expressed by Greenwich Hour Angle (GHA) and Declination (DEC).
They are computed by NC-2100G or found in the Nautical Almanac.



道具：TOOLS:



NC-2100G 計算機

天測暦
Nautical Almanac

3) NC-2100Gによる計算と作図

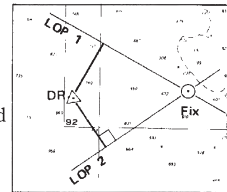
ステップ2)で求められたGHA・decとD.R.位置からその天体の計算高度と方位角をNC-2100G計算機により計算する。求められた計算高度と実際に観測された高度を比較する。以上の結果を一本の位置の線(LOP)として海図上に作図する。同様のステップでもう一本の位置の線を得て、その交点を船位とする。

(D.R.はDead Reckoningの略で、既知の点、例えば出発点の港から走航した距離、方角を使って作図または計算上求められる船の推定位置のことである。)

3. COMPUTATION BY NC-2100G AND PLOTTING:

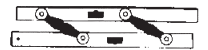
Compute the Azimuth and Altitude of the same body by NC-2100G using the factors found in Steps (1) and (2), and the DR position. (A ship's position determined by applying the course and distance travelled from some known position, e.g., the departing port, is called Dead Reckoning Position.)

Compare the computed Altitude with the actually observed True Altitude. From the above factors we can plot a line of position (LOP) on the chart or plotting sheet. Plot two LOP's to determine our ship's position at their intersection (FIX), or compute it digitally by NC-2100G.



NC-2100G 計算機

道具：TOOLS:

作図用具
Plotting Instruments

3) 六分儀 Sextant

「天測」とは、船位を確認するために水平線上の天体の仰角を測定することである。このための道具として六分儀が使われる。

全ての航海用六分儀は図7のように配置された2枚の鏡を持ち、一定の原理で作動する。動鏡は軸を中心として回転し、天体の映像を水平鏡に映す。水平鏡は六分儀のフレームに固定されているが、左側半分は透明ガラスであるので、観測者は反射された天体の映像と同時に水平鏡を見ることができる。従って、天体の映像が水平鏡の中で水平線に接するよう動鏡の角度を調節すれば天体の高度を測定することができる。(図8)

熟練者が高級な六分儀を用いれば、角度は1 / 10 分程度まで読み取ることができる。六分儀の読みの1' は海上での1マイル (海里) に等しい。

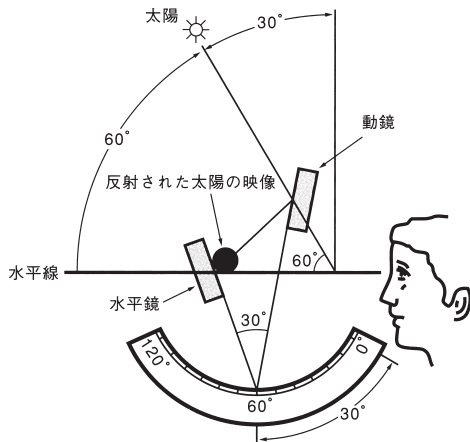


図7 六分儀のアーキと測得高度

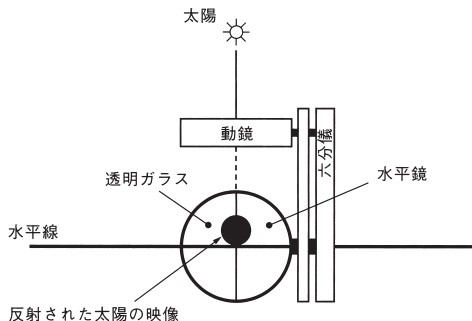


図8 水平鏡に映った太陽の像

3) Sextant

Taking a sight means to measure the vertical angle or altitude between a celestial body and the horizon in order to ascertain the ship's position at sea. The sextant is used as a tool to accomplish this aim. All marine sextants have two mirrors arranged as shown in Fig.7 and work under the same principle. The index mirror reflects the image of the body to the horizon mirror. The horizon mirror is constructed in such a way that one can see the horizon at the same time he sees the reflected image of the whole body. Thus, the altitude of the body is measured by adjusting the angle of the index mirror until the reflected image contacts the horizon (Fig.8).

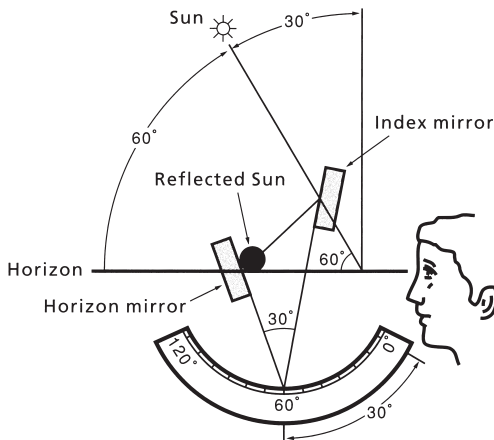


Fig. 7 Sextant arc and reading

In a high quality sextant the altitude can be read by degrees, minutes and 1/10 minute. One minute of the sextant reading is equivalent to one nautical mile.

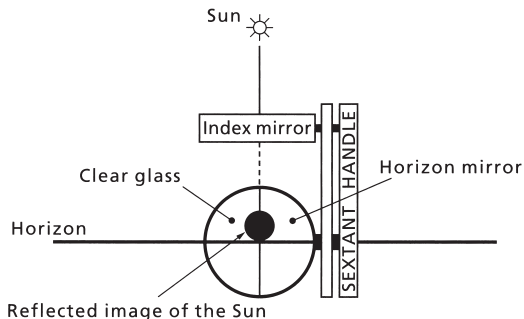


Fig. 8

4) 時計 Quartz Watch

天文航法では、観測時刻を時・分・秒まで測定しなければならない。このため、水晶発振式によるデジタル時計は読み取りやすさと精度からいって非常に便利である。時計の4秒が海上での経度の1'に等しい(緯度0°における1海里)。

天測を行うと同時にその時刻を読み取り、記録する。天測暦を引くために時刻はグリニッチ時(GMT)に直さなければならない。

GMT (Greenwich Mean Time)とは経度0°における時刻である。地方時 LMT (Local Mean Time)は経度の15°毎に1時間GMTと差が出る。従って西経75°のLMTに準ずるニューヨーク時間は、(GMT-5時間)であり、西経120°のLMTに準ずるサンフランシスコ時間は(GMT-8時間)である。東経であれば東経135°のLMTに準ずる東京時間は(GMT+9時間)である。このルールを覚えておけば経度が解れば簡単にGMTとLMTの差を求められ、従ってGMTを求めることができる。

4) Quartz Watch

In Astro-Navigation it is necessary to read hours, minutes, and seconds of time, so the digital quartz watch having the seconds display is very convenient for such reading of accurate time.

Four seconds of time is equivalent to one minute of longitude (one nautical mile at latitude 0°).

When a sight is taken, record the altitude of the body measured by the sextant and the exact Greenwich Mean Time (GMT) of the sight.

Greenwich Mean Time is the time at longitude 0°.

Local Mean Time (LMT) will depart 1 hour from GMT for every 15° of longitude.

Therefore, Zone Time in New York, based on LMT at 75° W long., is 5 hours before GMT, and Zone Time in San Francisco based on LMT at 120° W long. is 8 hours before GMT.

If we go eastward, Tokyo based on LMT at 135° E long. is 9 hours after GMT. With this principle in mind, LMT can be easily converted to GMT.



TAMAYA

タマヤ計測システム株式会社
TAMAYA TECHNICS INC.

〒140-0013 東京都品川区南大井 6-3-7 アーバンネット南大井ビル7F
TEL.03-5764-5561 FAX.03-5764-5565

7F URBANNET MINAMI-OI BUILDING,
3-7, MINAMI-OI 6-CHOME, SHINAGAWA-KU, TOKYO 140-0013, JAPAN
TEL.+81-3-5764-5561 FAX.+81-3-5764-5565

<http://www.tamaya-technics.com>